

# Vorlesungsplan

Internationaler Studiengang für Umwelttechnik der Hochschule Bremen (BSc)

VN	Modul BSc	Module 1. + 2. Semester Bachelor	Professoren	1. Sem BSc		2. Sem BSc		Insgesamt		
				sWS <sup>1</sup>		sWS <sup>1</sup>		SWS <sup>1</sup>	ECTS <sup>2</sup>	%
1110	1	<a href="#">Umweltchemische Grundlagen</a>		5		6		11	12	
1111	AAC	Allgemeine und Anorganische Chemie	König	4	Kla			4	4	50
1112	CHE	Umweltchemie	König			2	Kla	2	4	50
	ORG	Organische Chemie	König			2	Kla	2		
1115	MKC	Methodenkurs Allgemeine Chemie	König	1		2	Prot	3	4	et
	ÜBC	Übungen	König	(1)		(1)		(2)		
1120	2	<a href="#">Umweltbiologische Grundlagen</a>		4		6		10	12	
1121	ZBI	Zellbiologie	Mahro	2	Kla			2	4	50
	HYG	Toxikologie & Umwelthygiene	Mahro	2	s.o.			2		
1122	MIK	Umweltmikrobiologie	Mahro, Sinn			2	Kla	2	4	50
1126	ÖKO	Ökologie und Umweltschutz	Mahro			1	SL	1		
1125	MKB	Methodenkurs Umweltbiologie	Mahro			3	Prot	3	4	et
	ÜBB	Übungen	Mahro	(1)		(1)		(2)		
1130	3	<a href="#">Mathematisch-physikalische Grundlagen</a>		8		0		8	8	
1131	IMA	Ingeniermathematik I	Rauscher	4	Kla			4	4	50
1132	AGP	Angewandte Physik	König	2	Ha			2	4	25
1133	IBA	Informatik im Bauwesen	Eirund	2	Ha			2		25
	ÜBP	Mathem.-physikalisches Tutorium	n.n.	(2)				(2)		
1140	4	<a href="#">Bautechnische Grundlagen</a>		2		6		8	8	
1141	BTE	Baustofftechnologie Tragwerkslehre	Kropp	2	Kla	2	Kla	4	4	50
1142	WSK	Werkstoffkunde	König			2	Ref	2	4	25
1143	BKO	Baukonstruktion	Sommer			2	Kol	2		25
1150	5	<a href="#">Mathematisch-messtechnische Grundlagen</a>		0		8		8	8	
1151	IMA2	Ingenieurmathematik II	Rauscher			4	Kla	4	4	50
1152	INF	Umweltinformatik	Fritsche			2	Ha	2	4	25
1153	MES	Messtechnik	Hass			2	Ref	2		25
	ÜBM	Mathem.-messtechnisches Tutorium	n.n.			(2)		(2)		
1160	6	<a href="#">Grundlagen umwelttechnischer Verfahren</a>		6		4		10	12	
1161	MVT	Mechanische Verfahrenstechnik	Hass	2	Kla			2	6	40
1165	STR	Strömungsmechanik	Hass	2	Ha			2		20
1162	THD	Thermodynamik	Hass			2	Kol	2	6	et
1166	ARB	Arbeits- und Berufsfeld UT	Albers	1	Ref			1		40
1163	ANL	Umwelttechnische Anlagen	Albers	1	Pro	1		2	1	40
1163	SEM	Umwelttechnisches Grundseminar	Albers			1	Ent	1		
	ÜBW	Umwelttechnische Übungen	Hass			(2)		(2)		
1170	ENG	<a href="#">English for Environmental Engineers</a>	Hinrichs	(2)	Test	(2)	Test			et
				25		30		55	60	

Anzahl Blöcke

17

12

VN	Modul BSc	Module 3. + 4. Semester Bachelor	Professoren	3. Sem BSc		4. Sem BSc		Insgesamt		
				sWS <sup>1</sup>		sWS <sup>1</sup>		SWS <sup>1</sup>	ECTS <sup>2</sup>	%
1310	8	<a href="#">Planung und Bau umwelttechnischer Anlagen</a>		6		6		12	12	
1311	BBET	Preisbildung, Kalkulation, Controlling	Brockmann	2	Kla	2	Kla	4	6	33
1312	BUR	Bau- und Umweltrecht	Lüthae, Plaisier	2	Kol			2		17
1313	TWL	Tragwerksplanung in der Umwelttechnik	Gutermann	2	Kol	2	Kol	4	6	33
1314	GEOT	Geotechnik	Harder, n.n.			2	Kla	2		17
1320	9	<a href="#">Wasser- u. Abwassertechnik</a>		8		2		10	10	
1321	WAAB	Abwasserableitung und -reinigung	Dierkes, Bruns	4	Kol		Kol	4	4	50
1322	WBI	Biologie der Wasserreinigung	Mahro	2	Ref			2	4	25
1323	WCA	Wasserchemie und -analytik	König	2	Kol			2		25
1325	MKW	Methodenkurs Abwassertechnik	Mahro, König			2	Prot	2	2	et
1330	10	<a href="#">Kreislaufwirtschaft &amp; Altlasten</a>		6		4		10	10	
1331	GKW	Grundlagen der Kreislaufwirtschaft	Albers	2	Kla			2	4	15
1332	ABF	Technologie der Abfallbehandlung	Albers	2	Pro			2		35
1333	ABI	Biologie der Abfall- und Altlastenbehandlung	Mahro, Wittmaier	2	Ref			2	4	12,5
1334	SAN	Altlastenerkundung und -sanierung	Albers			2	Kol	2		12,5
1335	MKA	Methodenkurs Kreislaufwirtschaft Altlastensanierung	Albers, Mahro			2	Prot Kol	2	2	25
1340	11	<a href="#">Umwelt-Prozesstechnik</a>		4		8		12	12	
1341	TVT	Thermische Verfahrenstechnik	König	3	Kol		Kol	3	4	25
1342	GFC	Grenzflächenchemie und ihre Technik	König			2	Ref	2		25
1343	INWA	Industrielle Wasserwirtschaft	Hartwig			4	Kol	4	4	25
1344	PPT	Praktische Prozesstechnik	Hass	1	Ha	2	Prot	3		4
	ÜBG	Praktische Prozesstechnik	Hass	(1)		(1)		(2)		
1350	12	<a href="#">Projektierung</a>		8		3		11	12	
1356	PRA	Prozessautomation	Hass	2	Kla	1	Kol	3	4	et
1357	MEA	Material- und Energieflussanalyse	Hass	1	Ref			1		et
1355	MAN	Projekt- und Umweltmanagement	Albers	2			Kla	2	6	et
1351	UTP	Umwelttechnisches Projekt	Al/nn/Ma/Hs/Kö	2	Ent	2	Prot	4		100
1360	ASV/PSV	Auslands- / Praxis- semestervorbereitung	Albers/Hass	1	Ref			1	2	100
1370	ENG	<a href="#">English for Environmental Engineers</a>	Hinrichs	2	Kla	2	Kol	4		4
				34		25		59	60	

1501		Das 5. und 6. Semester sind im Ausland zu studieren.
1505		Es sind Lehrveranstaltungen zu belegen und die dazugehörigen Leistungsnachweise zu erbringen, so daß pro Semester 30 ECTS-Punkte erreicht werden. Der Umfang der Lehrveranstaltungen je Semester sollte 16 bis 20 SWS betragen.
1506		

1710		Das 7. Semester ist ein Praxissemester. Für dieses praktische Studiensemester im Rahmen der Bachelorprüfung werden 30 ECTS-Punkte angerechnet. Es gelten die Richtlinien für Praxissemester.
------	--	---

1721	BachelorThesis
1722	BachelorKolloquium
1725	Thesis-Begleitung

<sup>1</sup> SWS = Semesterwochenstunden

<sup>2</sup> ECTS-Punkte = Punkte nach dem Anrechnungssystem "European Credit Transfer System" - ein erfolgreiches Studienjahr erhält 60 ECTS-Punkte  
% = prozentuale Wichtung der Modulkomponenten zur Gesamtleistung

## Vorlesungsplan

Internationaler Studiengang für Umwelttechnik der Hochschule Bremen (MSc)

VN	Modul MSc	Module 1. + 2. Semester Master	Professoren	1. Sem MSc		2. Sem MSc		Insgesamt		
				SWS <sup>1</sup>		SWS <sup>1</sup>		SWS <sup>1</sup>	ECTS <sup>2</sup>	%
	1	<a href="#">Kreislaufwirtschaft</a>								
		Stoffstrommanagement	Albers	3				3	5	
		Aufbereitungstechniken				3		3	5	
	2	<a href="#">Siedlungswasserwirtschaft</a>								
		Siedlungswasserwirtschaft M	Hartwig	3				3	5	
		Siedlungswasserwirtschaft M				3		3	5	
	3	<a href="#">Prozessführung</a>								
		Mathem. Modellierung, Prozesssimulation und -optimie		3					5	
		Prozessführung und -automation				3		3	5	
	4	<a href="#">Kolloid- und Grenzflächenchemie</a>								
		Environmental Interface Engineering	König	3				3	5	
		Colloid and Interface Technology				3		3	5	
	5	<a href="#">Biotechnik im Umweltschutz</a>								
		Engineerd Ecosystems	Mahro	3				3	5	
		Biotechnik als produktionsintegrierter Umweltschutz				3		3	5	
	6	<a href="#">Mathematik</a>								
		Mathematik M	Rauscher	4				4	6	
	7	<a href="#">Wissenschaftliches Arbeiten</a>								
		Wissenschaftliches Arbeiten M	Al/nn/Ma/Hs/Kö			2		2	4	
				19		17		36	60	

	Master Thesis
	Master Kolloquium
	Thesis-Begleitung

<sup>1</sup> SWS = Semesterwochenstunden

<sup>2</sup> ECTS-Punkte = Punkte nach dem Anrechnungssystem "European Credit Transfer System" - ein erfolgreiches Studienjahr erhält 60 ECTS-Punkte  
% = prozentuale Wichtung der Modulkomponenten zur Gesamtleistung

## Modulliste

Internationaler Studiengang für Umweltechnik der Hochschule Bremen (BSc, MSc)

Abkürzungen:

<sup>1</sup> SWS = Semesterwochenstunden

<sup>2</sup> ECTS-Punkte = Punkte nach dem Anrechnungssystem "European Credit Transfer System"

- ein erfolgreiches Studienjahr erhält 60 ECTS-Punkte

VN	Modul	Module 1. + 2. Semester Bachelor	1.BSc	2.BSc	Insgesamt	
			SWS <sup>1</sup>	SWS <sup>1</sup>	SWS <sup>1</sup>	ECTS <sup>2</sup>
1110	1	Umweltchemische Grundlagen	5	6	11	12
1120	2	Umweltbiologische Grundlagen	4	6	10	12
1130	3	Mathematisch-physikalische Grundlagen	8	0	8	8
1140	4	Bautechnische Grundlagen	2	6	8	8
1150	5	Mathematisch-messtechnische Grundlagen	2	6	8	8
1160	6	Grundlagen umwelttechnischer Verfahren	6	4	10	12
	ENG	English for Environmental Engineers	(2)	(2)		
Summe			27	28	55	60

VN	Modul	Module 3. + 4. Semester Bachelor	3.BSc	4.BSc	Insgesamt	
			SWS <sup>1</sup>	SWS <sup>1</sup>	SWS <sup>1</sup>	ECTS <sup>2</sup>
1310	8	Planung und Bau umwelttechnischer Anlagen	8	4	12	12
1320	9	Wasser- u. Abwassertechnik	6	4	10	10
1330	10	Kreislaufwirtschaft & Altlasten	6	4	10	10
1340	11	Umwelt-Prozesstechnik	3	9	n.n.	12
1350	12	Projektierung	5	5	10	10
1360	ASV	Auslandssemestervorbereitung	1		1	2
1370	ENG	English for Environmental Engineers	2	2	4	4
Summe			31	28	59	60

Das 5. und 6. Semester sind im Ausland zu studieren.

Es sind Lehrveranstaltungen zu belegen und die dazugehörigen Leistungsnachweise zu erbringen, so daß pro Semester 30 ECTS-Punkte erreicht werden. Der Umfang der Lehrveranstaltungen je Semester sollte 16 bis 20 SWS betragen.

Das 7. Semester ist ein Praxissemester.

Für dieses praktische Studiensemester im Rahmen der Bachelorprüfung werden 30 ECTS-Punkte angerechnet. Es gelten die Richtlinien für Praxissemester.

VN	Modul	Module 1. + 2. Semester Master	1.MSc	2.MSc	Insgesamt	
			SWS <sup>1</sup>	SWS <sup>1</sup>	SWS <sup>1</sup>	ECTS <sup>2</sup>
	1	Kreislaufwirtschaft	3	3	6	10
	2	Siedlungswasserwirtschaft	3	3	6	10
	3	Prozessführung	3	3	6	10
	4	Kolloid- und Grenzflächenchemie	3	3	6	10
	5	Biotechnik im Umweltschutz	3	3	6	10
	6	Mathematik	4		4	4
		Wissenschaftliches Arbeiten			2	2
Summe			31	28	59	60

## 1. Modul: B1 Umweltchemische Grundlagen

Lehrende(r): Prof. Dr. Hans P. König

### 2. Inhalte und Qualifikationsziele des Moduls

Grundlegendes Verständnis in der Regeln der Chemie ist für Technik, Physik und Biologie unentbehrlich. Ein zentrales Schlüsselwissen ist etwa das chemische Gleichgewicht. Das Verständnis für die grundsätzliche Regel der Konzentrationen, Drücken und Temperaturen wird vermittelt, die Bedeutung für Prozesse in den o.a. Fachgebieten wird diskutiert. Bereits in den ersten beiden Semestern wird der Student mit der Tatsache vertraut gemacht, dass in der Natur und Technik das Ungleichgewicht für viele äußerst wichtige Prozesse verantwortlich ist. Ungleichgewichte sind jedoch nur schwer zu beschreiben. Hier werden in abgestimmter Weise physikalische und verfahrenstechnische Inhalte herangezogen, um wissenschaftlichen Ansatz, empirische Beschreibung und technische Ausführung zu verdeutlichen.

Die ersten beiden Semester führen heran an die Grundlagen der anorganischen und organischen, sowie der stoffbezogenen Elementchemie.

#### 2.1 Allgemeine und Anorganische Chemie

(2 ECTS, 2 SWS, 60 Std Gesamt-Arbeitszeit)

In diesem Modulteil wird die Basis gelegt für das Verständnis elementarer chemisch-physikalischer Abläufe, die als Motto in allen chemischen, physikalischen, werkstoffkundlichen und umwelttechnischen Wissensvermittlungen wiederkehrt.

Wichtige Inhalte sind:

1. Elektronische Struktur der Atome
  - 1.1 Periodensystem
  - 1.2 Verbindungsbildung
  - 1.3 Aggregatzustände
2. Energie- und Entropieumsatz bei chemischen Reaktionen
3. Reaktionskinetik
4. Das chemische Gleichgewicht
7. Löslichkeitsprodukt und Komplexgleichgewichte
8. Elektrochemie

#### 2.2 Organische Chemie

(2 ECTS, 2 SWS, 60 Std Gesamt-Arbeitszeit)

Die reaktive Vielfalt von Kohlenstoffverbindungen macht einen eigenen Modulteil notwendig. Ziel ist die systemare Darstellung der Verbindungsgrundtypen und deren typische Reaktivität. So wird eine erste Abschätzung der möglichen Schädigung und der bevorzugten technischen Verwendung möglich. Betrachtungen der Isomerie, der Naturstoffe und ausgewählter Reaktionsmechanismen vervollständigen diesen substanzbezogenen Wissensteil.

Wichtige Inhalte sind:

1. Aliphatische und aromatische Kohlenwasserstoffe
2. Chemie der Halogenalkane
3. Metallorganische Verbindungen
4. Alkohole, Ester, Aldehyde und Säuren
5. Chemie der organischen Stickstoffverbindungen
6. Die Heterocyclen
7. Makromolekulare Chemie
8. Naturstoffe
9. Spezielle Verfahren: Selektive Katalyse

#### 2.3 Umweltchemie

(2 ECTS, 2 SWS, 60 Std Gesamt-Arbeitszeit)

Die umweltbezogene Chemieproblematik führt ein in die komplexen Umsetzungen in Luft, Wasser und Boden. Hier sind neben der elementtypischen chemischen Umsetzung vor allem der Transportweg von Interesse. Das Verstehen und der Nachweis solcher Pfade trägt wesentlich für die Erarbeitung von umwelttechnischen Lösungen bei.

Wichtige Inhalte sind:

1. Prinzipien der Wasserchemie
2. Redox-Reaktionen
3. Heterogene Wechselwirkungen in der unbelebten Natur
4. Einführung in die luftgetragenen Schadstoffe
5. Grundlagen der Analytik

#### 2.4 Methodenkurs allgemeine Chemie

(3 ECTS, 3 SWS, 90 Std Gesamt-Arbeitszeit)

Anhand ausgewählter Experimente wird versucht, dem Studenten die stoffliche Chemie nahe zu bringen. Hierzu dienen im wesentlichen einfache analytische Verfahren sowie charakteristische Reaktionen, die gedeutet werden müssen.

Wichtige Inhalte sind:

1. Bestimmungen von Calcium, Sauerstoff und des Ammonium-Stickstoffs

2. pH-Wert-Bestimmung und Säure- und Basenkapazität
3. Chemischer Sauerstoffbedarf im Küvettest
4. Flammenfärbung
5. Typische Reaktionen von Übergangsmetallen

## 2.5 Seminar Stöchiometrisches Rechnen

(1 ECTS, 2 SWS, 30 Std Gesamt-Arbeitszeit)

Zahlreiche Rechenbeispiele aus allgemeiner Chemie und Analytik können erheblich zum Verständnis chemischer Problematiken beitragen. Diese Rechnungen schlagen eine Brücke vom theoretischen Bild zum handhabbaren Werkzeug.

Wichtige Inhalte folgen den Inhalten des Gesamtmoduls.

Hinsichtlich der Qualifikationsziele lassen sich im einzelnen folgende Ziele unterscheiden:

a) Fachbezogene Kompetenzen: Die Studierenden sollen:

- sich ein naturwissenschaftliches Wissensgerüst aneignen, welches sie befähigt, Zusammenhänge zu erkennen und ausbauen zu können

- die wichtigsten chemischen, stoffkundlichen und analytischen Prinzipien und Kontexte kennenlernen

- wissen, dass in umweltbezogenen Anwendungsfeldern chemisch-physikalische Kompetenz eingesetzt werden kann

b) Fachübergreifende Kompetenzen: Die Studierenden sollen:

- Erkenntnisse darüber sammeln, wie Umweltsysteme durch chemisch-physikalische Maßnahmen vorbeugend von Schädwirkungen, anthropogenem Austrag und Eintrag geschont oder verschont werden können

- Vertrauen in Ihre Fähigkeiten gewinnen, chemisch-technische Verfahren in der Entwicklung und der Anwendung zu begleiten und hierin sich beteiligen an ressourcenschonenden Verfeinerungen

c) Methodische Kompetenzen: Die Studierenden sollen durch das Modul:

- in Stand gesetzt werden, die für eine Beschreibung chemisch-physikalischer Systeme und Funktionen notwendige Fachsprache eigenständig richtig zu benutzen

- in einigen experimentellen Untersuchungen Erfahrungen über stoffliche Umsetzungen sammeln und eine Einführung in die Bestimmungen von umweltrelevanten Summenparametern erhalten

d) Schlüsselqualifikationen: Die Studierenden sollen durch das Modul:

- lernen, wie man sich Informationen über chemische Sachverhalte erschließt und diese zusammenfassend in schriftlicher oder mündlicher Form gegenüber Dritten berichtet

- lernen, die beschränkte Aussagekraft wissenschaftlicher Modelle und deren Informationsgehalte kritisch zu bewerten

## 3. Lehrformen

In allen Teilen des Moduls ist – da dies eine Einführungsveranstaltung ist – die Vorlesung ein tragendes Element der Lehrveranstaltung.

Darüberhinaus wird es aber bei Behandlung aller Themen auch Lehr- und Lernformen geben, in denen die Studierenden durch eigene aktive Beiträge am Lernprozess beteiligt werden. Dies soll erfolgen durch:

Referate oder Literaturberichte

Bearbeitung von Übungsaufgaben

Durchführung von Experimenten

Erstellung experimenteller Protokolle

## 4. Voraussetzungen für die Teilnahme

Das Modul "Umweltchemische Grundlagen" steht allen an einer Hochschule für ein Bachelor-Studium zugelassenen Studierenden offen.

Die Studierenden müssen der in deutscher Sprache abgehaltenen Lehrveranstaltung sprachlich folgen können.

## 5. Verwendbarkeit des Moduls für verschiedene Studiengänge

Das Modul "Umweltchemische Grundlagen" dient primär als Vorbereitungsmodul für die im folgenden Studienjahr zu absolvierenden anwendungsorientierten Module des Internationalen Studiengangs Umwelttechnik. Es kann darüber hinaus teilweise oder ganz auch für Studierende anderer Studiengänge nützlich sein, wenn diese für ihr Studium eine Einführung in grundlagen-, umweltchemische, analytische und stoffkundliche Studieninhalte benötigen.

## 6. Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten:

In dem Modul sollen im Verlauf von 2 Semestern folgende Leistungskontrollen absolviert werden:

- 1 Klausur zum Thema "Allgemeine und Anorganische Chemie" (benotet)

- 1 Klausur zum Thema "Organische Chemie" (benotet)

- 1 Referat aus dem Themenbereich "Chemische Prinzipien und deren Anwendungen" (unbenotet)

- 5 Übungsaufgaben zum Thema "Stöchiometrisches Rechnen" (unbenotet)

- 1 Gruppenprotokoll zum "Umweltchemischen Grundpraktikum" (benotet)

Voraussetzung für die Vergabe der Leistungspunkte ist die erfolgreiche Absolvierung aller Leistungskontrollen (bei jedem benoteten Leistungsnachweis mindestens mit "ausreichend (4,0)" benotet oder bei unbenoteten Leistungsnachweis mit "erfolgreiche Teilnahme" bewertet)

## 7. Leistungspunkte und Noten:

Mit der erfolgreichen Absolvierung des Moduls "Umweltchemische Grundlagen" können 10 ECTS-Punkte erlangt werden. Die Gesamtnote setzt sich dabei anteilig aus den in einzelnen Lehrabschnitten erzielten Teilnoten zusammen (s. Pkt. 6).

**8. Häufigkeit des Angebots von Modulen:**

Das Modul soll jährlich, beginnend im WS, angeboten werden und sich über die zwei Semester des ersten Studienjahres erstrecken.

**9. Arbeitsaufwand**

Die erfolgreiche Absolvierung des Moduls erfordert im Verlaufe eines Studienjahres die Teilnahme an Lehrveranstaltungen im Umfang von 11 SWS (165 Stunden). Zur Vor- und Nachbereitung der jeweiligen Lehrveranstaltungen müssen zusätzlich 135 veranschlagt werden.

Die Gesamtsumme der aufgewendeten Zeit beträgt damit 300 Stunden.

**10. Dauer des Moduls:**

Die Laufzeit des Moduls beträgt 1 Jahr. Das Modul wird mit 6 SWS im WS und mit 5 SWS im Sommersemester angeboten. Die Lehrveranstaltungen finden jeweils wöchentlich über den gesamten Vorlesungszeitraum des WS bzw. SS statt.

## **1. Modul: B2 Umweltbiologische Grundlagen**

Lehrende(r): Prof. Dr. rer.nat.habil. Bernd Mahro

### **2. Inhalte und Qualifikationsziele des Moduls**

Biologische Kenntnisse sind für das Studium der Umwelttechnik in zweierlei Hinsicht essentiell:

a) um zu verstehen, warum biologische Systeme wie Menschen, Tiere, Pflanzen oder Lebensräume durch Schadwirkungen, Verbrauch oder andere Formen der Belastung in ihrer Existenz bedroht sein können und wie man sie schützen kann

b) um zu verstehen, wie man die biologische Leistung von Mikroorganismen, Pflanzen und Tieren oder Enzymen auch in technischen Verfahren für Umweltschutzzwecke nutzen kann.

Auf dieser Basis sollen in dem Modul „Umweltbiologische Grundlagen“ einführend die wichtigsten Konzepte, Prinzipien und Fachbegriffe vermittelt werden, die für ein zelluläres und zugleich ökosystemares Verständnis, den Schutz und für den umwelttechnischen Einsatz biologischer Systeme notwendig sind.

Im einzelnen sind in dem Modul folgende Lehrveranstaltungsthemen vorgesehen

#### **2.1 Zellbiologie**

(2 ECTS-Punkte, 2 SWS, 60 Std Gesamt-Arbeitszeit)

In diesem Modulabschnitt sollen die wichtigsten biochemischen und zellbiologischen Grundbegriffe und Konzepte vermittelt werden, wie sie zum Verständnis aller biologischen Prozesse notwendig sind.

#### **2.2 Umwelthygiene**

(2 ECTS-Punkte, 2 SWS, 60 Std Gesamt-Arbeitszeit)

Aufbauend auf der Behandlung der wichtigsten zellbiologischen und biochemischen Grundbegriffe sollen in diesem Lehrabschnitt die von chemischen Fremdstoffen, von physikalischen Belastungen oder von Biostoffen und pathogenen Keimen ausgehenden Effekte auf die Gesundheit des Menschen untersucht werden (Grundbegriffe der Umwelttoxikologie und Infektionsbiologie). Hierbei sollen auch die Möglichkeiten zum Schutz vor solchen Wirkungen diskutiert werden.

#### **2.3 Ökologie und Umweltschutz**

(1 ECTS-Punkt, 1 SWS, 30 Std Gesamt-Arbeitszeit)

Die Veranstaltung soll in Überblicksform verdeutlichen, wie abiotische Umweltbedingungen und die Ressourcenverfügbarkeit das (Über-)leben von Pflanzen, Tieren und Mikroorganismen in einzelnen Lebensräumen prägen und wie diese auf Veränderungen in ihrem Biotop reagieren. Dadurch sollen die Faktoren deutlich werden, die das Überleben, die Verbreitung und die Häufigkeit von Arten in unterschiedlichen Lebensräumen bestimmen.

#### **2.4 Umweltmikrobiologie**

(2 ECTS-Punkte, 2 SWS, 60 Std Gesamt-Arbeitszeit)

Ziel dieses Modulabschnitts ist es zu zeigen, auf welche Weise die von Mikroorganismen bewirkten Stoffumwandlungen in der Natur mit Mechanismen der mikrobiellen Energiegewinnung verknüpft sind (Biologie des mikrobiellen Energie- und Stoffwechsels). Die Lehrveranstaltung soll damit auch die Grundlagen vermitteln, um mikrobielle Stoffumsatzprozesse gezielt für umweltbiotechnische Verfahren nutzbar machen zu können.

#### **2.5 Biologisch-ökologische Tests und Methoden**

(3 ECTS-Punkte, 3 SWS, 90 Std Gesamt-Arbeitszeit)

Ziel dieses Kurses ist das theoretische und praktische Kennenlernen und Einüben wichtiger experimenteller Methoden der angewandten Umweltbiologie.

### **3. Lehrformen**

In allen Teilen des Moduls ist – da dies eine Einführungsveranstaltung ist – die Vorlesung ein tragendes Element der Lehrveranstaltung. Darüberhinaus wird es aber bei Behandlung aller Themen auch Lehr- und Lernformen geben, in denen die Studierenden durch eigene aktive Beiträge am Lernprozess beteiligt werden. Dies soll erfolgen durch

Referate oder Literaturberichte

Bearbeitung von Übungsaufgaben

Durchführung von Experimenten

Erstellung experimenteller Protokolle

### **4. Voraussetzungen für die Teilnahme**

Das Modul „Umweltbiologische Grundlagen“ steht allen an einer Hochschule für ein Bachelor-Studium zugelassenen Studierenden offen. Die Studierenden müssen aber der in deutscher Sprache abgehaltenen Lehrveranstaltung auch sprachlich folgen können.

### **5. Verwendbarkeit des Moduls für verschiedene Studiengänge**

Das Modul „Umweltbiologische Grundlagen“ dient primär als Vorbereitungsmodul für die im folgenden Studienjahr zu absolvierenden anwendungsorientierten Module des Internationalen Studiengangs Umwelttechnik. Es kann darüber hinaus aber auch für Studierende anderer Studiengänge nützlich sein, wenn diese für ihr Studium eine Einführung in zellbiologische, mikrobiologische, toxikologische und/oder ökologische Studieninhalte benötigen. Im Einzelfall können von Studierenden anderer Studiengänge nach Rücksprache auch nur Teile des Moduls (s. Pkt.2) belegt werden.

#### **6. Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten:**

In dem Modul sollen im Verlauf von 2 Semestern folgende Leistungskontrollen absolviert werden:

- 1 Klausur zum Thema „Zellbiologie“ (benotet)
- 1 Klausur zum Thema „Umweltmikrobiologie“ (benotet)
- Teilnahme (min 60%) und 1 Referat im Themenbereich Umwelthygiene (benotet)
- Teilnahme (min 60%) und eigener, kleiner Beitrag nach Vereinbarung im Modulblock „Ökologie und Umweltschutz“ (unbenotet)
  
- Teilnahme (min 80%) und 1 vollständiges Gruppenprotokoll im Modulblock „Biologisch-ökologische Tests und Methoden“ (unbenotet)

Voraussetzung für die Vergabe aller Leistungspunkte ist die erfolgreiche Absolvierung aller Leistungskontrollen (bei jedem benoteten Leistungsnachweis mindestens mit „ausreichend (4,0)“ benotet oder bei unbenoteten Leistungsnachweis mit „erfolgreiche Teilnahme“ bewertet). Bei Teilbelegung erfolgt die Vergabe von Leistungspunkten entsprechend den ECTS der Modul-Teilblöcke (s. Pkt.2)

#### **7. Leistungspunkte und Noten:**

Mit der erfolgreichen Absolvierung des Moduls „Umweltbiologische Grundlagen“ können innerhalb eines Studienjahrs insgesamt 10 ECTS-Punkte erlangt werden. Das Modul wird darüber hinaus als Ganzes benotet. Die Gesamtnote ergibt sich als Durchschnitt der bei den benoteten Leistungskontrollen erzielten Teilnoten (s. Pkt. 6).

#### **8. Häufigkeit des Angebots von Modulen:**

Das Modul soll jährlich, beginnend im WS, angeboten werden und sich über zwei Semester erstrecken. Im „Internationalen Studiengang für Umwelttechnik“ ist das Modul als Modul des ersten Studienjahrs konzipiert.

#### **9. Arbeitsaufwand**

Die erfolgreiche Absolvierung des Moduls erfordert im Verlaufe eines Studienjahres die Teilnahme an Lehrveranstaltungen im Umfang von 10 SWS (ca. 150 Zeit-Std.). Zur Vor- und Nachbereitung müssen zusätzlich ca. 150 Std. veranschlagt werden. Daraus ergibt sich eine Gesamt-Arbeitszeit von ca. 300 Std./Modul bzw. 10 Std./Semesterwoche. In kleinem Umfang kann ein Teil dieser Arbeitszeit auch in der vorlesungsfreien Zeit absolviert werden (Referate- und Klausurvorbereitung).

#### **10. Dauer des Moduls:**

Das Modul wird mit jeweils 5 SWS im Winter- bzw. Sommersemester angeboten. Die Lehrveranstaltungen finden jeweils wöchentlich über den gesamten Vorlesungszeitraum des WS bzw. SS statt. Nach zwei Semestern ist das Modul zu Ende.

# 1. Modul: B3 Mathematisch-physikalische Grundlagen

Lehrende(r): Prof. Dr. Rauscher, Prof. Dr. König

## 2. Inhalte und Qualifikationsziele des Moduls

Innerhalb dieses Moduls werden mathematische und physikalische Kenntnisse und Fähigkeiten vermittelt. Diese sind für das Studium der Umwelttechnik in mehrfacher Hinsicht von zentraler Bedeutung:

- Ingenieurinnen und Ingenieure der Umwelttechnik müssen mathematische Methoden anwenden können, um umwelttechnische Zusammenhänge und Prozesse quantitativ beschreiben und bewerten zu können.
- Basis für viele technische und umwelttechnische Prozesse sind physikalische Gesetzmäßigkeiten.
- Die Grundlagen der Informationsverarbeitung gehören zum essentiellen Handwerkszeug von Ingenieurinnen und Ingenieuren, um Daten und Informationen effizient auswerten, darstellen und präsentieren zu können.

Vor diesem Hintergrund werden in dem Modul „Mathematisch-physikalische Grundlagen“ einführend wichtige mathematische, physikalische und informationstechnische Prinzipien, Instrumente und Methoden vermittelt, die für eine erfolgreiche Lösung von Problemen aus dem Bereich der Umwelttechnik essentiell sind. Wesentliches Ziel ist hierbei ausdrücklich die Herstellung von Handlungskompetenz, um mathematische und informationstechnische Methoden sicher anwenden zu können. Die physikalischen Grundlagen werden eher unter dem Aspekt der strukturierten qualitativen und quantitativen Beschreibung (Modellbildung) wichtiger physikalischer Phänomene und Effekte gelehrt.

Im einzelnen sind in dem Modul folgende Lehrveranstaltungsthemen vorgesehen

### 2.1 Mathematik I

(5 ECTS-Punkte, 4 SWS, 150 Std. Gesamt-Arbeitszeit)

Ausgehend von der Mengenlehre werden die Zahlen und Zahlensysteme eingeführt. Ziel ist hier die Einführung in die Techniken der mathematischen Beweisführung und der Logik als wichtige Elemente des ingenieurwissenschaftlichen Arbeitens. Weitere Kapitel, die gelehrt werden, sind: Abbildungen und Funktionen, spezielle Funktionen, lineare Algebra sowie Differential- und Integralrechnung. Neben der Vorlesung werden in Hausübungen die Anwendung der gelehrt Methoden auf ingenieurwissenschaftliche Probleme sowie die Rechenfertigkeit und im geringeren Umfang mathematische Beweisführungen geübt.

### 2.2 Angewandte Physik

(3 ECTS-Punkte, 2 SWS, 90 Std. Gesamt-Arbeitszeit)

Zahlreiche umwelttechnische Prozesse lassen sich auf der Basis physikalischer Grundgesetze und Erfahrungen qualitativ und quantitativ beschreiben. Daher bildet die Physik eine wichtige Grundlage für die Umwelttechnik, wie für andere ingenieurwissenschaftliche Disziplinen auch. Da in dem begrenzten Zeitrahmen kein vollständiger Überblick über die Gesamtheit der Physik gegeben werden kann, beschränkt sich die Vorlesung auf ausgewählte Kapitel der Physik. Die physikalischen Grundlagen werden dabei unter dem Aspekt der strukturierten qualitativen und quantitativen Beschreibung (Modellbildung) wichtiger physikalischer Phänomene und Effekte gelehrt und nicht primär unter dem Aspekt der Lösung physikalischer Problemstellungen. Im einzelnen behandelt die Vorlesung die Kapitel: Statik, Dynamik, Gravitation, Arbeit und Energie, Energieerhaltung, Rotationsbewegung, Schwingungen, Elektrostatik, elektrischer Strom und Magnetismus, elektromagnetische Strahlung und Optik.

### 2.3 Informatik

(2 ECTS-Punkte, 1 SWS, 60 Std. Gesamt-Arbeitszeit)

Die Veranstaltung soll in Überblicksform verdeutlichen, welche Instrumente und Programmsysteme in der allgemeinen Datenverarbeitung eingesetzt werden. Darüber hinaus wird eine Einführung in das Programmieren mit einer Programmiersprache sowie die Erstellung von Makros (z.B. in Excel) gegeben. Ziel der Veranstaltung ist es, den Studierenden einen Überblick über aktuell verfügbare Software und Datenverarbeitungssysteme zu geben. Damit werden die Studierenden befähigt, für eine gegebene Aufgabenstellung ein geeignetes Programmsystem auszuwählen. Außerdem können Sie kleinere eigene programmiertechnische Fragestellungen lösen. Neben der Vorlesung werden Hausübungen erteilt.

### 2.4 Mathematisch-physikalisches Tutorium

(0 ECTS-Punkte, 2 SWS, 60 Std. Gesamt-Arbeitszeit)

Ziel dieses Modulteils ist es, insbesondere die mathematischen Fähigkeiten derjenigen Studierenden durch Übungen zu vertiefen, die ihre Stärken am besten in einer durch einen Tutor unterstützten Lehrveranstaltung ausbilden können. Durch die Bereitstellung unterschiedlicher Aufgaben auf verschiedenen Niveaus sollen Studierende des gesamten Leistungsspektrums angesprochen werden. Die Teilnahme an der Lehrveranstaltung ist freiwillig. Aufbauend auf den in den anderen Veranstaltungen des Moduls vermittelten Inhalte können die Studierenden ihre Fertigkeiten vertiefen und ausbauen, wenn ihnen dies zweckmäßig oder erforderlich erscheint.

## 3. Lehrformen

In allen Teilen des Moduls (mit Ausnahme des Tutoriums) ist die Vorlesung das tragende Element der Lehrveranstaltung. Darüber hinaus wird es aber bei Behandlung aller Themen auch Lehr- und Lernformen geben, in denen die Studierenden durch eigene aktive Beiträge am Lernprozess beteiligt werden. Dies soll erfolgen durch

- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Durchführung von Experimenten

Erstellung experimenteller Protokolle

#### **4. Voraussetzungen für die Teilnahme**

Das Modul „Mathematisch-physikalische Grundlagen“ steht allen an einer Hochschule für ein Bachelor-Studium zugelassenen Studierenden offen. Die Studierenden müssen der in deutscher Sprache abgehaltenen Lehrveranstaltung sprachlich folgen können.

#### **5. Verwendbarkeit des Moduls für verschiedene Studiengänge**

Das Modul „Mathematisch-physikalische Grundlagen“ dient primär als Vorbereitungsmodul für die im zweiten Semester und dem folgenden Studienjahr zu absolvierenden Module des Internationalen Studiengangs Umwelttechnik. Es kann darüber hinaus aber auch für Studierende anderer Studiengänge, wie z.B. Chemieingenieurwesen, Biotechnologie oder Maschinenbau verwendet werden. Im Einzelfall können von Studierenden anderer Studiengänge nach Rücksprache auch nur Teile des Moduls (s. Pkt.2) belegt werden.

#### **6. Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten:**

In dem Modul sollen im Verlauf von 1 Semester folgende Leistungskontrollen absolviert werden:

- 1 Klausur zum Thema „Mathematik I“ (benotet)
- 1 Klausur zum Thema „Angewandte Physik“ (benotet)
- Teilnahme (min 60%) und 1 Hausübung im Themenbereich Informatik (benotet)

Voraussetzung für die Vergabe aller Leistungspunkte ist die erfolgreiche Absolvierung aller Leistungskontrollen (bei jedem benoteten Leistungsnachweis mindestens mit „ausreichend (4,0)“ benotet oder bei unbenotetem Leistungsnachweis mit „erfolgreiche Teilnahme“ bewertet). Bei Teilbelegung erfolgt die Vergabe von Leistungspunkten entsprechend den ECTS der Modul-Teilblöcke (s. Pkt.2)

#### **7. Leistungspunkte und Noten:**

Mit der erfolgreichen Absolvierung des Moduls „Mathematisch-physikalische Grundlagen“ können innerhalb eines Studienjahrs insgesamt 10 ECTS-Punkte erlangt werden. Das Modul wird darüber hinaus als Ganzes benotet. Die Gesamtnote ergibt sich als mit den ECTS-Punkten gewichteter arithmetischer Durchschnitt der bei den benoteten Leistungskontrollen erzielten Teilnoten (s. Pkt. 6).

#### **8. Häufigkeit des Angebots von Modulen:**

Das Modul soll jährlich, beginnend im WS, angeboten werden und sich über ein Semester erstrecken. Im „Internationalen Studiengang für Umwelttechnik“ ist das Modul als Modul des ersten Studienjahrs konzipiert.

#### **9. Arbeitsaufwand**

Die erfolgreiche Absolvierung des Moduls erfordert im Verlaufe eines Studienjahres die Teilnahme an Lehrveranstaltungen im Umfang von 7 SWS ( 95 Zeit-Std.). Zur Vor- und Nachbereitung müssen zusätzlich ca. 205 Std. veranschlagt werden. Daraus ergibt sich eine Gesamt-Arbeitszeit von ca. 300 Std./Modul bzw. 10 Std./Semesterwoche. In kleinem Umfang kann ein Teil dieser Arbeitszeit auch in der vorlesungsfreien Zeit absolviert werden (Referate-- und Prüfungsvorbereitung). Zusätzlich wird ergänzend das freiwillig belegbare mathematisch-physikalische Tutorium angeboten, sofern die Kapazitäten der Hochschule Bremen dies erlauben.

#### **10. Dauer des Moduls:**

Das Modul wird mit 7 SWS im Sommersemester angeboten.

## 1. Modul: B4 Bautechnische Grundlagen

Lehrende(r): Prof. Dr.-Ing. Gutermann, Prof. Dr.-Ing. Kropp, Prof. Dr. rer. nat. König, Prof. Dr.-Ing. Sommer

### 2. Inhalte und Qualifikationsziele

#### 2.1 Tragwerkslehre:

(2 ECTS, 2 SWS, 60 Std. Gesamt-Arbeitsaufwand)

Die Studierenden erhalten Grundkenntnisse zu Anforderungen und Erfüllungskriterien für eine auf die Umwelttechnik spezifizierte Tragwerksplanung. Es werden die wesentlichen Problemstellungen bei Tragkonstruktionen erörtert und das Grundverständnis für das qualitative Trag- und Verformungsverhalten von Baukonstruktionen unter statischen Einwirkungen ausgebildet.

Das Modul beinhaltet folgende Elemente:

- Einführung; Übersicht zu Tragkonstruktionen in der Umwelttechnik
- Versagensarten von Tragkonstruktionen und Bauteilen im Überblick
- Anforderungen an Tragwerke; von der Tragsicherheit bis zur Nachhaltigkeit
- Einwirkungen auf Bauwerke; Arten und Größenordnungen
- Wesentliche Beanspruchungen; Ermittlung von Schnittgrößen
- Materialverhalten im Hinblick auf tragkonstruktive Relevanz
- Auswirkungen von Beanspruchungen; Spannungen, Verformungen
- Bionik und Konsequenzen für den Tragwerksentwurf; Die Natur als Lehrer

#### 2.2 Baustofftechnologie:

(2 ECTS, 2 SWS, 60 Std. Gesamt-Arbeitsaufwand)

Im Teilmodul Baustofftechnologie werden zunächst die auf Bauwerke einwirkenden Beanspruchungen dargestellt und erläutert, welche Widerstände die eingesetzten Werkstoffe diesen Beanspruchungen entgegen setzen müssen. Dabei wird auch der Einfluß der Zeit und der Umwelteinwirkungen dargestellt. Hieraus werden quantifizierbare Werkstoffkenngrößen definiert, mit denen der planende oder konstruierende Ingenieur Nachweise führt. Danach wird der mikrostrukturelle und chemische Aufbau der wichtigsten Stoffgruppen erläutert und aufbauend werden grundsätzliche Stoffeigenschaften erklärt. Dazu zählt auch, wie durch gezielte Einwirkungen im Aufbau die Stoffeigenschaften verändert werden können als Grundlage der Werkstofftechnologie.

Als konkrete Ingenieurbaustoffe werden die Metalle des Bauwesens, insbesondere der Stahl sowie Aluminium- und Kupferlegierungen vorgestellt. Erläuterungen zur Korrosion und zu den wichtigsten Verfahren im Korrosionsschutz von Metallen runden das Kapitel ab.

Das Ziel dieses Moduls liegt darin, dem Studierenden das Verständnis zu vermitteln für die Zusammenhänge zwischen chemisch/physikalischem Aufbau des Werkstoffes und seinem Verhalten in der Konstruktion im langjährigen Einsatz. Hieraus sollen erste Erkenntnisse abgeleitet werden für eine sinnvolle Werkstoffauswahl

#### 2.3 Werkstoffkunde:

(2 ECTS, 2 SWS, 60 Std. Gesamt-Arbeitsaufwand)

Die Werkstoffkunde ist die Kenntnis der physikalischen Stoffeigenschaften. In diesem Modulteil lernt der Studierende Festkörpereigenschaften zu beurteilen. Hier ist nicht die chemische Charakteristik einer Substanz selbst ausreichend für die Beschreibung der Werkstoffeigenschaften, sondern beispielsweise auch thermische Behandlung oder etwa Legierungsbestandteile.

Folgende Themenbereiche werden behandelt:

- Festkörperchemie und -physik
- Metallische Werkstoffe
- Glas und keramische Werkstoffe
- Anorganische Bindemittel
- Organische Baustoffe

#### 2.4 Baukonstruktion:

(2 ECTS, 2 SWS, 60 Std. Gesamt-Arbeitsaufwand)

Die Veranstaltung soll den Studierenden Grundkenntnisse über konstruktive Geometrie-Projektionsarten, Schnitte, kotierte Projektion im ersten Schwerpunkt vermitteln. Der zweite Schwerpunkt soll Grundkenntnisse anbieten über die Behandlung einer Bauaufgabe "als Ganzes". Deshalb werden Bauwerke unter formalen, funktionalen, ökonomischen, sozioökologischen, technologischen Aspekten erläutert mit dem Ziel, das Verständnis über baukonstruktive Zusammenhänge zu entwickeln; beides wird praxisnah und anwendungsbezogen dargestellt.

Am Ende des Moduls verfügen die Studierenden über Grundkenntnisse der konstruktiven Geometrie sowie der Baukonstruktion im Ingenieur- und Hochbau.

### 3. Lehrform

Der Stoff wird in Vorlesungen vermittelt mit parallel laufender selbständiger Entwurfsarbeit, so daß auch Teamarbeit als eine Lehrform verstanden wird.

#### **4. Voraussetzung für die Teilnahme**

Da es sich um ein Grundlagenfach handelt, gelten die formalen Eingangsqualifikationen des Fachbereichs für die Teilnahme.

#### **5. Verwendbarkeit des Moduls**

Das Modul ist für alle Studierende des Studiengangs ISU Voraussetzung für die spätere berufliche Praxis, außerdem erforderlich für das Modul Planung und Bau umwelttechnischer Anlagen. Es wird im 1. Studienjahr angeboten.

#### **6. Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten**

Die erfolgreiche Teilnahme an Entwurfsarbeiten mit einem abschließenden Vortrag.

#### **7. Leistungspunkte und Noten**

Das Modul Bautechnische Grundlagen wird mit 10 ECTS-Punkten bewertet. Die Notenskala richtet sich nach der geltenden Prüfungsordnung.

#### **8. Häufigkeit des Modulangebotes**

Das Angebot erfolgt im Jahresrhythmus.

#### **9. Arbeitsaufwand**

Der Arbeitsaufwand der Teilmodule beinhaltet 8 SWS Vorlesung, also 8 SWS x 15 Wochen = 120 Stunden.

Dazu kommt die Entwurfsbearbeitung mit einem Zeitaufwand von 90 Stunden und einem Selbststudienanteil von 90 Stunden.

Es ergibt sich somit der Gesamtarbeitsaufwand von 300 Stunden.

#### **10. Dauer des Moduls**

Das Modul erstreckt sich über 2 Semester (1. / 2. Semester).

## 1. Modul: B5 Mathematisch-Messtechnische Grundlagen

Lehrende(r) : Prof. Dr.-Ing. Volker C. Hass (M.Sc.), Prof. Dr. Rauscher

### 2. Inhalte und Qualifikationsziele des Moduls

Der Schwerpunkt dieses Moduls liegt in der Zusammenfassung mathematischer und messtechnischer Kenntnisse und Fähigkeiten. Diese sind für das Studium der Umwelttechnik in mehrfacher Hinsicht von zentraler Bedeutung:

- a) Ingenieurinnen und Ingenieure der Umwelttechnik sollen eine gezielte Auswahl aus messtechnischen Komponenten treffen können, um Informationen aus umwelttechnischen Systemen gewinnen und übertragen zu können.
- b) Die in den erfassten Daten enthaltenen Informationen sollen von den Absolventinnen und Absolventen zweckmäßig verwaltet, gespeichert und visualisiert werden können.
- c) Die Zuverlässigkeit und Aussagekraft der Messdaten sollen von den Studierenden quantitativ bewertet werden können.

Vor diesem Hintergrund werden in dem Modul „Mathematisch-Messtechnische Grundlagen“ einführend die wichtigsten mathematischen, informationstechnischen und messtechnischen Instrumente und Methoden vermittelt, die für eine erfolgreiche Lösung von Problemen aus dem Bereich der Prozessdatengewinnung, der Datenverwaltung und der mathematischen Analyse notwendig sind. Wesentliches Ziel ist hierbei ausdrücklich die Herstellung der Kompetenz zur Kommunikation mit den entsprechenden Fachdisziplinen (i.e.: Messtechnik, Mathematik, Informatik) um umwelttechnische Fragestellungen in Zusammenarbeit mit diesen Disziplinen bearbeiten zu können.

Im einzelnen sind in dem Modul folgende Lehrveranstaltungsthemen vorgesehen

#### 2.1 Mathematik II

(5 ECTS-Punkte, 4 SWS, 150 Std Gesamt-Arbeitszeit)

In dieser Lehrveranstaltung werden mathematische Fähigkeiten zu den Themengebieten Integralrechnung, Differentialgeometrie, Funktionen mehrerer Variabler (Vektoren), Differentialgleichungen sowie Statistik, Fehler und Ausgleichsrechnung vermittelt. Diese mathematischen Methoden sind für die quantitative Aus- und Bewertung von Messergebnissen von zentraler Bedeutung. Der Schwerpunkt der Ausbildung liegt weniger in der Vermittlung der mathematisch-wissenschaftlichen Fähigkeiten (Beweisführung und Methodenentwicklung), sondern vielmehr in der Befähigung zur Auswahl und Anwendung geeigneter mathematischer Instrumente für ein gegebenes Problem. Neben der Vorlesung werden in Hausübungen die Anwendung der gelehnten Methoden auf ingenieurwissenschaftliche Probleme sowie die Rechenfertigkeit geübt.

#### 2.2 Messtechnik

(3 ECTS-Punkte, 2 SWS, 90 Std Gesamt-Arbeitszeit)

Aufbauend auf der Behandlung der wichtigsten prozesstechnischen Messverfahren wie z.B. Druck, Füllstand, Temperatur, Durchfluss etc. werden die grundlegenden Prinzipien der Signalwandlung dargestellt. Besonderes Gewicht wird dabei auf das Messprinzip, einige gerätetechnische Ausführungen und die Störquellen im Bereich der Umwelttechnik gelegt.

Im Speziellen wird eine Einführung in das Messen gewässerkundlicher Größen (z.B. Wasserstand, Abfluss, Geschiebetransport, Eis) gegeben, wie es für Umwelttechniker von erheblicher Bedeutung ist, da sich die Prozessmesstechnik insbesondere in ihrer praktischen Umsetzung erheblich von dem Messen gewässerkundlicher Größen unterscheidet.

Von zunehmender messtechnischer Bedeutung – auch im Bereich der Umwelttechnik - sind Verfahren der Prozessanalysenmesstechnik (Messsonden und –elektroden, FIA, Prozessgaschromatographie), weshalb diese Techniken den dritten Schwerpunkt dieser Veranstaltung bilden.

#### 2.3 Umweltinformatik

(2 ECTS-Punkte, 1 SWS, 60 Std Gesamt-Arbeitszeit)

Die Veranstaltung soll in Überblicksform verdeutlichen, welche Instrumente und Programmsysteme zur Verarbeitung von umwelttechnischen Daten eingesetzt werden.

Der Schwerpunkt liegt dabei zunächst auf der Vermittlung von Einsichten in die Problematiken der Verarbeitung von großen Datenmengen, der Verarbeitung von Daten in Echtzeit, der hierarchischen Ordnung von Betriebs- und Umweltinformationen sowie der geografischen und umwelttechnischen Informationssysteme. Zusätzlich werden einige Programmsysteme konkret vorgestellt, um hieran die Bewertung von Programmsystemen aus umwelttechnischer Perspektive zu vollziehen. Ziel ist es, die Studierenden zu befähigen, ein Datenverarbeitungsproblem einer ersten Analyse zu unterziehen und es zu klassifizieren.

#### 2.4 Mathematisch-Messtechnisches Tutorium

(0 ECTS-Punkte, 2 SWS, 60 Std Gesamt-Arbeitszeit)

Ziel dieses Modulabschnitts ist es, durch praktische Übungen, die mathematischen Fähigkeiten derjenigen Studierenden zu vertiefen, die ihre Stärken am besten in einer durch einen Tutor unterstützten Lehrveranstaltung ausbilden können. Durch die Bereitstellung unterschiedlicher Aufgaben auf verschiedenen Niveaus sollen Studierende des gesamten Leistungsspektrums angesprochen werden. Die Teilnahme an der Lehrveranstaltung ist freiwillig. Aufbauend auf den in den anderen Veranstaltungen des Moduls vermittelten Inhalte können die Studierenden ihre Fertigkeiten vertiefen und ausbauen, wenn ihnen dies zweckmäßig oder erforderlich erscheint.

## 3. Lehrformen

In allen Teilen des Moduls (mit Ausnahme des Tutoriums) ist die Vorlesung das tragende Element der Lehrveranstaltung. Darüber hinaus wird es aber bei Behandlung aller Themen auch Lehr- und Lernformen geben, in denen die Studierenden durch eigene aktive Beiträge am Lernprozess beteiligt werden. Dies soll erfolgen durch

- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Durchführung von Experimenten
- Erstellung experimenteller Protokolle
- Referate oder Literaturberichte

#### **4. Voraussetzungen für die Teilnahme**

Das Modul „Mathematisch-Messtechnische Grundlagen“ steht allen an einer Hochschule für ein Bachelor-Studium zugelassenen Studierenden offen, die das Modul „Mathematisch-Physikalische Grundlagen“ oder äquivalente Lehrveranstaltungen mit Erfolg absolviert haben oder das letztgenannte Modul parallel belegen. Die Studierenden müssen der in deutscher Sprache abgehaltenen Lehrveranstaltung sprachlich folgen können.

#### **5. Verwendbarkeit des Moduls für verschiedene Studiengänge**

Das Modul „Mathematisch-Messtechnische Grundlagen“ dient primär als Vorbereitungsmodul für die im folgenden Studienjahr zu absolvierenden Module des Internationalen Studiengangs Umwelttechnik. Es kann darüber hinaus aber auch für Studierende anderer Studiengänge, wie z.B. Chemieingenieurwesen, Biotechnologie, physikalische Technik oder Maschinenbau, wenn diese für ihr Studium eine Einführung in die Messtechnik, Mathematik und Informationsverarbeitung benötigen. Im Einzelfall können von Studierenden anderer Studiengänge nach Rücksprache auch nur Teile des Moduls (s. Pkt.2) belegt werden.

#### **6. Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten:**

In dem Modul sollen im Verlauf von 2 Semestern folgende Leistungskontrollen absolviert werden:

- 1 Klausur zum Thema „Mathematik II“ (benotet)
- 1 Kolloquium zum Thema „Messtechnik“ (benotet)
- 1 Gruppenprotokoll zum Thema Messtechnik (unbenotet, Voraussetzung für die Teilnahme am Kolloquium)
- Teilnahme (min 60%) und 1 Referat im Themenbereich Umweltinformatik (benotet)

Voraussetzung für die Vergabe aller Leistungspunkte ist die erfolgreiche Absolvierung aller Leistungskontrollen (bei jedem benoteten Leistungsnachweis mindestens mit „ausreichend (4,0)“ benotet oder bei unbenotetem Leistungsnachweis mit „erfolgreiche Teilnahme“ bewertet). Bei Teilbelegung erfolgt die Vergabe von Leistungspunkten entsprechend den ECTS der Modul-Teilblöcke (s. Pkt.2)

#### **7. Leistungspunkte und Noten:**

Mit der erfolgreichen Absolvierung des Moduls „Mathematisch-Messtechnische Grundlagen“ können innerhalb eines Studienjahrs insgesamt 10 ECTS-Punkte erlangt werden. Das Modul wird darüber hinaus als Ganzes benotet. Die Gesamtnote ergibt sich als mit den ECTS-Punkten gewichteter arithmetischer Durchschnitt der bei den benoteten Leistungskontrollen erzielten Teilnoten (s. Pkt. 6).

#### **8. Häufigkeit des Angebots von Modulen:**

Das Modul soll jährlich, beginnend im SS, angeboten werden und sich über ein Semester erstrecken. Im „Internationalen Studiengang für Umwelttechnik“ ist das Modul als Modul des ersten Studienjahrs konzipiert.

#### **9. Arbeitsaufwand**

Die erfolgreiche Absolvierung des Moduls erfordert im Verlaufe eines Studienjahres die Teilnahme an Lehrveranstaltungen im Umfang von 7 SWS (ca. 95 Std.). Zur Vor- und Nachbereitung müssen zusätzlich ca. 205 Std. veranschlagt werden. Daraus ergibt sich eine Gesamt-Arbeitszeit von ca. 300 Std./Modul bzw. 10 Std./Semesterwoche. In kleinem Umfang kann ein Teil dieser Arbeitszeit auch in der vorlesungsfreien Zeit absolviert werden (Referate-- und Prüfungsvorbereitung). Zusätzlich wird ergänzend das freiwillig belegbare mathematisch-physikalische Tutorium angeboten, sofern die Kapazitäten der Hochschule Bremen dies erlauben.

#### **10. Dauer des Moduls:**

Das Modul wird mit 7 SWS im Sommersemester angeboten.

# 1. Modul: B6 Grundlagen umwelttechnischer Verfahren

Lehrende(r): Prof. Dr.-Ing. Henning Albers, Prof. Dr.-Ing. Volker C. Hass

## 2. Inhalte und Qualifikationsziele des Moduls:

Das Modul dient der Einführung der Studierenden in die im Rahmen der Umwelttechnik angewendeten Verfahrenstechniken und ihrer Hauptprinzipien. Es soll den Studierenden einen möglichst schnellen Zugang zu der verfahrenstechnischen Denkweise und der Anwendung naturwissenschaftlicher Grundlagen ermöglichen und beginnt deshalb schon im ersten Studienjahr.

### Fachbezogene Kompetenzen:

Die Studierenden sollen befähigt werden, verfahrenstechnische Grundoperationen systematisch zu erkennen, die zugehörigen naturwissenschaftlichen (insb. physikalischen) Grundlagen zuordnen zu lernen und Anwendungsbeispiele in der Umwelttechnik zu verstehen. Darüber hinaus sollen die Studierenden lernen, überschaubare verfahrens- und umwelttechnische Problemstellungen systematisch zu gliedern und mit mathematischen Methoden zu lösen.

### Fachübergreifende Kompetenzen:

Die Studierenden sollen einen Eindruck über die Komplexität der Umwelttechnik und die notwendige breite Anwendungskompetenz von naturwissenschaftlich-technischen Grundlagen bekommen.

### Methodische Kompetenzen:

Die Studierenden erwerben durch kleinere Arbeitsprojekte (z.B. Ausarbeitung von Referaten und Projektaufgaben) und durch Hausübungen eine Grundlage für projektorientiertes und wissenschaftliches Arbeiten, d.h. ihre Arbeiten an inhaltlichen und zeitlichen Zielen auszurichten.

### Schlüsselqualifikationen:

Die Studierenden erhalten durch ihre kleineren Arbeitsprojekte und Exkursionen einen Einblick in die Tätigkeit, das Berufsfeld und die Aufgaben eines in der Umwelttechnik tätigen Ingenieurs.

Im Einzelnen sind in dem Modul folgende Lehrveranstaltungsthemen vorgesehen:

### 2.1 Mechanische Verfahrenstechnik (Hass)

(2 SWS, 2 ECTS-Punkte, 60 h Arbeitszeit)

Die mechanische Verfahrenstechnik liefert mit den ihr zugeordneten Grundoperationen, wie Sedimentieren, Zentrifugieren, Filtrieren etc., eine wichtige Basis für zahlreiche umwelttechnische Verfahren in unterschiedlichsten Bereichen. Gleichzeitig basiert sie auf relativ gut vermittelbaren physikalischen Grundlagen und ist unmittelbar anwendungsorientiert. Diese Lehrveranstaltung eignet sich daher besonders, um die Studierenden schon im Grundstudium mit verfahrenstechnischen Denkweisen und Prinzipien vertraut zu machen. In der Vorlesung werden z.B. anhand von Sedimentationsprozessen Kennzahlensysteme, wie sie in der Verfahrenstechnik üblich sind, eingeführt. Außerdem wird in der Herleitung der Dimensionierungsgrundlagen auf die unterschiedlichen Methoden der Bilanzierung (integrale Bilanzen) eingegangen. Anhand von kleineren Dimensionierungsproblemen wird in Hausübungen die Problemlösungskompetenz der Studierenden geschult.

### 2.2 Strömungsmechanik (Hass)

(2 SWS, 2 ECTS-Punkte, 60 h Arbeitszeit)

Die Strömungsmechanik ist ein für die Umwelttechnik bedeutendes Teilgebiet der Mechanik. In dieser Lehrveranstaltung werden die Grundlagen zur Dimensionierung von Rohrleitungssystemen und offenen Gerinnen gelegt. Die Studierenden haben nach Abschluss der Veranstaltung ein vertieftes Verständnis von Strömungsvorgängen in Rohrleitungen und offenen Gerinnen. Außerdem lernen die Studierenden ein weiteres wichtiges Anwendungsgebiet für Kennzahlensysteme kennen. Abgeschlossen wird die Veranstaltung mit einer Vorstellung verschiedener Fördersysteme für fluide Medien. Schließlich werden die Studierenden in die Lage versetzt, eigene (kleinere) Dimensionierungen vorzunehmen und lernen dabei, mit dimensionslosen Größen zu arbeiten. In experimentell ausgerichteten Veranstaltungen lernen die Studierenden, kleinere Experimente zu planen und die gefundenen experimentellen Ergebnisse mathematisch quantitativ zu bewerten.

### 2.3 Thermodynamik (Hass)

(2 SWS, 2 ECTS-Punkte, 60 h Arbeitszeit)

Im Teilgebiet Thermodynamik werden den Studierenden wichtige grundlegende Aspekte der technischen Wärmelehre und der Wärmeübertragung vermittelt. Die Thermodynamik eignet sich darüber hinaus auch besonders zur wissenschaftlichen Einführung des Systembegriffs. Außerdem wird in der Wärmelehre und der Wärmeübertragung in die Verwendung von integralen und differentiellen Bilanzen von Stoff und Energie eingeführt. Die wichtigsten Inhalte sind die Einführung des Systembegriffs, Zustandsänderungen der Gase, nullter, erster und zweiter Hauptsatz der Thermodynamik, Kreisprozesse, Wirkungsgrade und Leistungszahlen. Ein Hauptaugenmerk wird dabei auch auf umwelttechnisch relevante Prozesse wie z.B. Wärmepumpen und Dampfkraftprozesse gelegt. Im Anschluss werden die Grundlagen der Wärmeübertragung und Auslegung von Wärmeübertragern gelehrt. Die Vorlesung wird wiederum durch Hausübungen und Experimente unterstützt, wobei weniger die Dimensionierung thermodynamischer Prozesse als vielmehr das qualitative System- und Prozessverständnis im Vordergrund stehen.

### 2.4 Arbeits- und Berufsfeld der Umwelttechnik (Albers)

(1 SWS, 1 ECTS-Punkte, 45 h Arbeitszeit)

Das Arbeits- und Berufsfeld des Fachgebietes „Umwelttechnik“ erschließt sich für die Studierenden nicht ohne weiteres von selbst, da es kein tradiertes Berufsbild gibt. Deshalb wird den Studierenden in dieser Veranstaltung ein systematischer Überblick über die Arbeitsfelder und Tätigkeiten eines in der Umwelttechnik tätigen Ingenieurs gegeben. Anhand von praktischen Beispielprojekten, die sowohl in Präsentationen vorgestellt werden als auch durch Exkursionen anschaulich dargestellt werden, wird den Studierenden die Dimension, die Komplexität und Vielfältigkeit der Aufgaben sowie die Bedeutung für Gesellschaft, Wirtschaft und Natur vermittelt. Die Studierenden erhalten einen Einblick in die Qualifikationsanforderungen, die von Umweltingenieuren erwartet werden und wie sie diese in ihrem Studium erwerben können.

## **2.5 Umwelttechnische Anlagen (Albers)**

(2 SWS, 2 ECTS-Punkte, 45 h Arbeitszeit)

In der Lehrveranstaltung geht es vorrangig um die Vermittlung von einführenden Grundlagen über Aufgaben, Verfahrenstechniken und dem technischen Aufbau von umwelttechnischen Anlagen. Ein wichtiges Anliegen ist außerdem die Kenntlichmachung von Verbindungen zu den übrigen Lehrveranstaltungen des Studiengangs.

Im Einzelnen spielen folgende Themen eine besondere Rolle:

- Vorstellung von umwelttechnischen Anlagen in verschiedenen Einsatzzwecken: Problematik, Aufgaben, Effektivität, Aufwand und Kosten, Überblick über eingesetzte Verfahrenstechniken und die Funktionsweise in verschiedenen Bereichen:

- a) Wassergewinnung und -aufbereitung
- b) Abwasser- und Regenwasserableitung
- c) Industrielle und kommunale Abwasserreinigung
- d) Abfall- und Klärschlammbehandlung
- e) Abluftreinigung
- f) Bodenschutz und Altlastensanierung
- g) Energieerzeugung und Klimaschutz

## **2.6 Umwelttechnisches Grundseminar (Albers)**

(1 SWS, 1 ECTS-Punkt, 30 h Arbeitszeit)

Das Seminar dient der Vertiefung der Kenntnisse aus den Vorlesungsanteilen des Moduls. Es soll an exemplarischen Anwendungen in der Umwelttechnik aufzeigen, wie mathematische und naturwissenschaftliche Grundkenntnisse in verschiedenen Grundoperationen verfahrenstechnisch angewendet werden und zu komplexen umwelttechnischen Verfahrensketten zusammengestellt werden. Unter Anleitung wird dabei eine praktische Fragestellung aus der Umwelttechnik in Gruppenarbeiten analysiert, eine geeignete Anlage ausgewählt und ausgelegt sowie im Experimentalmaßstab praktisch betrieben. Ein besonderes Anliegen ist dabei, Ansätze zur Dimensionierung und Auslegung selbst anzuwenden und unter Laborbedingungen zu testen sowie die Abhängigkeiten der einzelnen Verfahrensschritte im Experiment selbst zu erfahren.

## **2.7 Verfahrenstechnisches Grundseminar (Hass)**

(2 SWS, 0 ECTS-Punkte, 60 h Ergänzungsstudium)

Das „verfahrenstechnische Grundseminar“ bietet interessierten Studierenden eine Einführung in das ingenieurwissenschaftliche Arbeiten. Diese freiwillig von den Studierenden belegbare Veranstaltung bietet Unterstützung für die systematische Bearbeitung von ingenieurwissenschaftlichen Fragestellungen. Anhand von ausgewählten Problemen und aktuellen Projekten aus dem Bereich des Moduls „Grundlagen umwelttechnischer Verfahren“ wird mit den Studierenden die Herangehensweise an die Lösung von Aufgaben und Problemen sowie die Darstellung und Präsentation der Ergebnisse geübt. Dabei wird im Verlauf der Veranstaltung der Komplexitätsgrad der zu bearbeitenden Themenstellungen schrittweise erhöht. Im Zentrum der Veranstaltung stehen aktivierende Lernformen wie Gruppenarbeit, Hausübungen und Kurzreferate. Die Veranstaltung soll Studierende unterstützen, die eine von der Hochschule organisierte Form des aktiven Lernens dem persönlich organisierten Lernen vorziehen.

## **3. Lehrformen:**

Da das Modul in wesentlichen Teilen der Einführung in die Fachinhalte dient, ist die Vorlesung das Hauptlehrelement des Moduls. Parallel dazu durchgeführte Übungen, Kurzseminare mit Praktika und Experimente dienen der exemplarischen Anwendung der erlernten Grundfertigkeiten. Ein weiteres wesentliches Element sind Exkursionen zu ausgewählten umwelttechnischen Anwendungen, um den Studierenden ein reales Bild ihres zukünftigen Arbeitsfeldes zu geben sowie die Komplexität der zu bearbeitenden Aufgaben und der umwelttechnischen Lösungen zu verdeutlichen. Die Bearbeitung von Hausübungen, die Erstellung experimenteller Protokolle sowie von kleineren Referaten oder Literaturberichten dienen als Anfangsübungen für ein aktiviertes Handeln innerhalb des Studiums.

## **4. Voraussetzungen für die Teilnahme:**

Das Modul „Grundlagen umwelttechnischer Verfahren“ steht allen an einer Hochschule für ein Bachelor-Studium zugelassenen Studierenden offen, die die Module „Mathematisch-Physikalische Grundlagen“ und „Mathematisch-messtechnische Grundlagen“ oder äquivalente Lehrveranstaltungen mit Erfolg absolviert haben oder parallel belegen. Die Studierenden müssen den in deutscher Sprache abgehaltenen Lehrveranstaltungen sprachlich folgen können. Es werden keine weiteren besonderen Kenntnisse, Fähigkeiten oder Fertigkeiten vorausgesetzt.

## **5. Verwendbarkeit des Moduls:**

Das Modul „Grundlagen umwelttechnischer Verfahren“ dient als Basis für die im folgenden Studienjahr zu absolvierenden Module des Internationalen Studiengangs Umwelttechnik. Es kann darüber hinaus aber auch für Studierende anderer Studiengänge, wie z.B. Chemieingenieurwesen, Biotechnologie, physikalische Technik, Bauingenieurwesen oder Maschinenbau, wenn diese für ihr Studium eine Einführung in die „Umwelttechnischen Grundlagen“ benötigen. Im Einzelfall können von Studierenden anderer Studiengänge nach Rücksprache auch nur Teile des Moduls (s. Pkt.2) belegt werden.

## **6. Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten**

In dem Modul sollen im Verlauf von 2 Semestern folgende Leistungskontrollen absolviert werden:

- 1 gemeinsame Klausur zum Thema „Mechanische Verfahrenstechnik und Strömungsmechanik“ (benotet)
- 1 Kolloquium zum Thema „Thermodynamik“ (benotet)
- Je ein Gruppenprotokoll zum Thema „Mechanische Verfahrenstechnik“ und „Strömungsmechanik“ (unbenotet, Voraussetzung für die Teilnahme an der Klausur)
- 1 Referat zum Thema „Arbeits- und Berufsfeld der Umwelttechnik“ (benotet)
- 1 übergreifende Projektarbeit zu den Themen „Umwelttechnische Anlagen“ und „Umwelttechnisches Grundseminar“ (benotet)

Voraussetzung für die Vergabe aller Leistungspunkte ist die erfolgreiche Absolvierung aller Leistungskontrollen (bei jedem benoteten Leistungsnachweis mindestens mit „ausreichend (4,0)“ benotet oder bei unbenotetem Leistungsnachweis mit „erfolgreiche Teilnahme“ bewertet). Bei Teilbelegung erfolgt die Vergabe von Leistungspunkten entsprechend den ECTS der Modul-Teilblöcke (s. Pkt.2)

## **7. Leistungspunkte und Noten:**

Mit der erfolgreichen Absolvierung des Moduls „Umwelttechnische Grundlagen“ können innerhalb eines Studienjahrs insgesamt 12 ECTS-Punkte erlangt werden. Das Modul wird darüber hinaus als Ganzes benotet. Die Gesamtnote ergibt sich als mit den ECTS-Punkten gewichteter arithmetischer Durchschnitt der bei den benoteten Leistungskontrollen erzielten Teilnoten

## **8. Häufigkeit des Angebotes von Modulen:**

Das Modul wird jährlich, beginnend im Wintersemester, angeboten.

## **9. Arbeitsaufwand:**

Vorlesungen und Übungen: 135 h  
Seminare, Praktika: 15 h  
Projektarbeiten, Präsentationen: 45 h  
Selbststudium: 75 h  
Transfereinheiten (Exkursionen, etc.): 30 h  
Summe: 300 h

Zusätzlich kann am freiwilligen Ergänzungsstudium mit einem Gesamtumfang von 2 SWS (60 Std. Gesamt-Arbeitszeit) teilgenommen werden.

## **10. Dauer des Moduls:**

Das Modul erstreckt sich über zwei Semester, wobei der Schwerpunkt der Arbeiten im zweiten Semester zu leisten ist.

## 1. Modul: Technisches Englisch

Lehrende(r): Fremdsprachenzentrum

### 2. Inhalte und Qualifikationsziele des Moduls:

Das Modul dient der Vermittlung von fachspezifischen Sprachkompetenzen und –je nach Bedarf des einzelnen Studierenden- der Erweiterung der allgemeinen Sprachfähigkeit. Es soll den Studierenden einen möglichst schnellen Zugang zur Fachterminologie und der Anwendung und Überprüfung der allgemeinen Englischkompetenz ermöglichen. Unterstützt wird dieses Modul durch englischsprachige Elemente in Wort und Bild, die zusätzlich in einzelnen Fachmodulen des Studiengangs integriert sind.

Fachbezogene Kompetenzen:

Die Studierenden lernen Themen in englischer Sprache zu behandeln, die sie sowohl in ihrer Funktion als Studierenden im Ausland als auch als Ingenieure in ihrer späteren beruflichen Tätigkeit benötigen. Sie lernen Inhalte mit allgemein-ingenieurrelevanter Ausrichtung einschließlich der Vokabeln, Phrasen und sprachlichen Strukturen in entsprechenden technischen Unterlagen und mündlichen Situationen.

Fachübergreifende Kompetenzen:

Die Studierenden verbessern ihre Sprachfähigkeit in ihrem Fachgebiet durch einzelne grammatikalische Sprachstudien und durch Übung der vier Sprachfertigkeiten "Lesen, Schreiben, Hörverständnis, Sprechen".

Methodische Kompetenzen:

Die Studierenden erwerben durch kleinere Arbeitsprojekte (z.B. Ausarbeitung von Texten und projektbezogene Diskussionen) eine Grundlage für Anwendungen der Fremdsprache in projektorientierten Situationen.

Im Einzelnen sind in dem Modul folgende Lehrveranstaltungsthemen vorgesehen:

#### 2.1 Technisches Englisch

(4 SWS, 4 ECTS-Punkte, 120 h Arbeitszeit)

In diesem Modulteil werden folgende Themen in englischer Sprache behandelt:

Ausgewählte Sprachstudien zur Grammatik

Berufsbezogenes Englisch in konkreten Arbeitssituationen, wie z.B. Kontaktaufnahmen, Besprechungen und Verhandlungen

Umweltechnikspezifisches Englisch in konkreten Projektsituationen, wie Literaturrecherche, Berichterstellung, Planungsprozesse

#### 2.2 Übungen zum Technischen Englisch

(4 SWS, 0 ECTS-Punkte, 120 h Arbeitszeit, freiwilliges Ergänzungsstudium)

Ziel dieses Modulabschnitts ist es, durch praktische Übungen, die englische Sprachkompetenz derjenigen Studierenden zu vertiefen, die ihre Stärken am besten in einer durch einen Tutor unterstützten Lehrveranstaltung ausbilden können. Durch die Bereitstellung unterschiedlicher Aufgaben auf verschiedenen Niveaus sollen Studierende des gesamten Leistungsspektrums angesprochen werden. Die Teilnahme an der Lehrveranstaltung ist freiwillig. Aufbauend auf den in den anderen Veranstaltungen des Moduls vermittelten Inhalte können die Studierenden ihre Fertigkeiten vertiefen und ausbauen, wenn ihnen dies zweckmäßig oder erforderlich erscheint.

Angeboten werden z.B. folgende Themen:

Verbesserung des Hörverständnisses mit Videosequenzen zu Umweltthemen

Verbesserung der Lesefertigkeiten mit Texten aus verschiedenen Quellen

Einführung in das Hochschulwesen in Großbritannien und den USA

Gruppenpräsentationen und Diskussionen

Verbesserung der allgemeinen Schreibfertigkeiten

Erkennen von Sprach- und Sprechvarianten

Einüben von Schreibfertigkeiten für englischsprachige Reports, Essays, Präsentations.

### 3. Lehrformen:

Das Modul hat zwei wesentliche Funktionen:

a. Einführung in die Fachinhalte in englischer Sprache

b. Einübung und Verbesserung der Sprachkompetenz

Die Fachinhalte werden teilweise durch Vorlesungen, teilweise durch Übungen und Seminare mit praktischen Übungen vermittelt. Die

Einheiten zur Einübung bestehen ausschließlich aus aktivierenden Lehrinhalten wie Übungen, Referaten, Protokollen und Kurzberichten.

### 4. Voraussetzungen für die Teilnahme:

Das Modul "Technisches Englisch" steht allen an einer Hochschule für ein Bachelor-Studium zugelassenen Studierenden offen, die Studierenden müssen den in englischer Sprache abgehaltenen Lehrveranstaltungen sprachlich folgen können, d.h. sie sollten einer Hochschulzugangsberechtigung entsprechende Englischkenntnisse aufweisen. Es werden keine weiteren besonderen Kenntnisse, Fähigkeiten oder Fertigkeiten vorausgesetzt.

### 5. Verwendbarkeit des Moduls:

Das Modul "Technisches Englisch" dient, zusammen mit einzelnen in die Fachmodule integrierten englischsprachigen Lehrinhalten, der sprachlichen Vorbereitung auf einen möglichen Auslandsaufenthalt. Unabhängig von einem Auslandsaufenthalt oder -studium ergibt es eine Einführung in ein ingenieurmäßig geprägtes "Technisches Englisch". Dies ist in der zunehmenden Internationalisierung für einen Ingenieur dringend geboten. Das Modul ist Bestandteil des Grundstudiums.

### 6. Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten

In dem Modul soll als Leistungskontrollen ein Kolloquium zum Thema "Berufsbezogenes Englisch" (benotet) absolviert werden.

### **7. Leistungspunkte und Noten:**

Mit der erfolgreichen Absolvierung des Moduls "Technisches Englisch" können innerhalb eines Studienjahrs insgesamt 4 ECTS-Punkte erlangt werden.

### **8. Häufigkeit des Angebotes von Modulen:**

Das Modul wird jährlich, beginnend im Wintersemester, angeboten.

### **9. Arbeitsaufwand: (Pflichtteil)**

Vorlesungen und Übungen: 60 h

Übungen: 30 h

Projektarbeiten, Präsentationen: 15 h

Selbststudium: 15 h

Summe: 120 h

Zusätzlich kann am freiwilligen Ergänzungsstudium mit einem Gesamtumfang von 4 SWS (120 Std. Gesamt-Arbeitszeit) teilgenommen werden.

### **10. Dauer des Moduls:**

Das Modul erstreckt sich über zwei Studienjahre, wobei das freiwillige Ergänzungsstudium ausschließlich im zweiten Jahr angeboten wird.

# 1. Modul: B8 Planung und Bau umwelttechnischer Anlagen

Lehrende(r): Prof. Dipl.-Ing. Chr. Brockmann, Prof. Dr.-Ing. H. Harder, Prof. Dr.-Ing. R. Sommer, Prof. Dr.-Ing. J. Lütthge

## 2. Inhalte und Qualifikationsziele des Moduls:

Das Modul dient der Einführung der Studierenden in die grundlegenden Vorgehensweisen, Bearbeitungsschritte und Technikanwendungen im Rahmen der Planung und des Baus von umwelttechnischen Anlagen. Es soll den Studierenden eine Verknüpfung ihrer naturwissenschaftlichen und umwelttechnischen Kenntnisse mit den bautechnischen Anwendungen vermitteln. Kosten, Zeit und Qualität bestimmen den Erfolg von Bau- und Umweltprojekten. Durch dieses Modul sollen die Studenten befähigt werden, unter Kenntnis der fachspezifischen Probleme im Bereich der Umwelttechnik, die Komponenten „Kosten“ und „Zeit“ zu beherrschen.

### Fachbezogene Kompetenzen:

Die Studierenden werden befähigt, die Planung und den Bau von umwelttechnischen Anlagen als Teil eines integrierten Prozesses aus bautechnischen und anlagentechnischen Elementen zu sehen und die Abläufe sinnvoll und fachgerecht zu gestalten. Da gerade in der Planung und beim Bau vielfältige Schnittstellen zu Bauprozessen bestehen, die im klassischen Bauingenieurwesen vertreten werden, kommt es insbesondere darauf an, die bautechnischen Randbedingungen aus dem Baugrund sowie der Tragfähigkeit und der Konstruktion von Bausystemen einbinden zu können. Außerdem sind bei Bauprozessen vielfältigste Randbedingungen aus den Grundlagen des Bau-, Anlagen- und Umweltrechts in die Prozesse zu implementieren.

### Fachübergreifende Kompetenzen:

Den Studierenden wird systematisch die Notwendigkeit der Einbindung vielfältigster Kompetenzen in die Prozesse des Planens und des Bauens vermittelt. Diese Kompetenz ist außerordentlich wichtig, um die Schnittstellen solcher komplexer Projekte ausreichend abdecken zu können.

### Methodische Kompetenzen:

Die Studierenden erwerben durch kleinere Arbeitsprojekte (z.B. Ausarbeitung von Referaten und Projektaufgaben) die Fähigkeit, fachbezogene Probleme zu strukturieren, nach Projektgrundsätzen zu bearbeiten und technisch sinnvolle, rechtlich und organisatorisch machbare Lösungen auszuarbeiten und zu präsentieren.

### Schlüsselqualifikationen:

Die Studierenden werden durch die Anwendung der Vorlesungsinhalte in Arbeitsprojekten befähigt, zielgerichtet ingenieurtechnisch machbare Lösungen anzubieten, sie argumentativ zu begründen und zu vertreten. Damit wird die wichtigste Fähigkeit eines „Generalisten“ geschult, vielfältigste Fachkompetenzen in ein Projekt einzubinden und die Prozesse so effektiv zu gestalten, daß ein optimales Projektergebnis erzielt wird.

Im Einzelnen sind in dem Modul folgende Lehrveranstaltungsthemen vorgesehen:

### 2.1 Preisbildung, Kalkulation, Controlling (Brockmann)

(4 SWS, 4 ECTS-Punkte, 120 h Arbeitszeit)

In diesem Modulteil werden folgende Themen behandelt:

Kalkulatorische Grundlagen und das Vorgehen der integrierten Ablaufplanung  
Strategien zur Internalisierung externer Effekte  
Instrumente der Umweltpolitik  
Monetäre Bewertung von Umweltproblemen und deren internationale Dimensionen

### 2.2 Tragwerksplanung in der Umwelttechnik (Sommer)

(4 SWS, 4 ECTS-Punkte, 120 h Arbeitszeit)

Die Studierenden erhalten Kenntnisse zum Gebrauchstauglichkeits- und Tragverhalten spezieller Bauwerke der Umwelttechnik. Sie bekommen einen Überblick zur tragwerksplanerischen Nachweisführung bei diversen Bauarten. Es erfolgt die Ausbildung zum Verständnis konstruktiver Lösungen für spezifische Randbedingungen.

Das Modulteil beinhaltet folgende Elemente:

- Einführung in spezielle objektplanerische Erfordernisse bei Bauten der Umwelttechnik
- Konzeptionelle Herangehensweise bei der Tragwerksplanung
- Tragwerksformen im Bereich der Energietechnik
- Betonbau im Umgang mit wassergefährdenden Stoffen
- Becken und Behälter der Wasserversorgung und -entsorgung
- Tragkonstruktionen für die Abfallentsorgung
- Rohrleitungen der Wasserver- und -entsorgung

### 2.3 Geotechnik (Harder)

(2 SWS, 2 ECTS-Punkte, 60 h Arbeitszeit)

Die Studierenden werden an die grundlegenden Eigenschaften von Boden als Material für bautechnische Zwecke und vom Baugrund als System herangeführt. Sie lernen die Grundlagen und Berechnung der Standsicherheit von Flachgründungen und Setzungen kennen.

Die Lehrinhalte werden im folgenden stichpunktartig aufgeführt:

Boden als Baustoff (physikalische Eigenschaften, mechanische Eigenschaften, bodenspezifische Eigenschaften; bautechnische Eigenschaften und Klassifikationen)

bodenmechanische Phänomene und Grundgesetze (Konsolidierung; Mohr-Coulombsche Schergesetz)

Spannungen im Boden (Eigenspannungen; Spannungsausbreitung; effektive und neutrale Spannungen)

technische Modelle für bodenmechanische Phänomene

Modell und Lösungsalgorithmus für Baugrundverformungen

Modell für die statische Baugrund-Bauwerk-Interaktion „Tragfähigkeit des Baugrundes“

Die Studierenden können diese Erkenntnisse in ihr vorhandenes Wissen über Baustoffe und Bauabläufe einfügen, entwickeln ein Problembewußtsein für die geotechnische Komponente von Bauvorhaben und sind an der Schnittstelle zu den anderen Fachgebieten des Bauingenieurwesens kommunikationsfähig.

## **2.4 Bau- und Umweltrecht (Lüthge)**

(2 SWS, 2 ECTS-Punkte, 60 h Arbeitszeit)

Das Modulteil beinhaltet folgende Elemente:

Rechtssystem der Bundesrepublik Deutschland und EU-Gemeinschaftsrechts und der Rechtsetzungs- und Verwaltungszuständigkeiten im Bereich Umweltschutz

Aufbau, Struktur, Grundprinzipien und Funktionen des besonderen Verwaltungsrechts für Umweltschutz und öffentliche Planung

Systematik, Funktionen und Abgrenzungen der verschiedenen medialen Normen

Umweltstrafrecht und zivilrechtliche Haftung

Fiskalische Instrumente wie Abgaben, Steuern und Zertifikate.

Das Modulteil gibt einen Überblick über die Systematik der verschiedenen Rechtsgebiete. An ausgewählten realisierten Praxisprojekten lernen die Studierenden, ihre Grundkenntnisse in die komplexe Abfolge der Bearbeitungsschritte von Planungs- und Bauvorgängen einzubringen und in kleineren Arbeitsprojekten zu vertiefen.

## **3. Lehrformen:**

Da das Modul in wesentlichen Teilen der Vermittlung von Grundlagen dient, ist die Vorlesung das Hauptlehrelement des Moduls. Parallel dazu durchgeführte Übungen in Gruppen und kleinere Arbeitsprojekte dienen der exemplarischen Anwendung der erlernten Grundfertigkeiten. Durch betreute Übungen mit Selbstmantelen werden die Studierenden an die selbständige Bearbeitung konkreter Fragestellungen mit wissenschaftlichen Methoden herangeführt.

## **4. Voraussetzungen für die Teilnahme:**

Das Modul „Planung und Bau umwelttechnischer Anlagen“ steht allen an einer Hochschule für ein Bachelor-Studium zugelassenen Studierenden offen, die das erste Studienjahr mit Erfolg absolviert haben. Die Studierenden müssen den in deutscher Sprache abgehaltenen Lehrveranstaltungen sprachlich folgen können. Es werden keine weiteren besonderen Kenntnisse, Fähigkeiten oder Fertigkeiten vorausgesetzt.

## **5. Verwendbarkeit des Moduls:**

Das Modul „Planung und Bau umwelttechnischer Anlagen“ dient der Vermittlung von Anwendungen der Umwelttechnik und baut auf den Grundlagen-Modulen des ersten Studienjahres auf. Es kann darüber hinaus aber auch für Studierende anderer Studiengänge, wie z.B. Chemieingenieurwesen, Biotechnologie, physikalische Technik, Maschinenbau oder Bauingenieurwesen, Verwendung finden, wenn diese in ihrem Studium vergleichbare Grundlagenkenntnisse erworben haben. Im Einzelfall können von Studierenden anderer Studiengänge nach Rücksprache auch nur Teile des Moduls (s. Pkt.2) belegt werden.

## **6. Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten**

In dem Modul sollen im Verlauf von 2 Semestern folgende Leistungskontrollen absolviert werden:

- 1 Klausur zum Thema „Kalkulation, Bauplanung und Umweltökonomie“ (benotet)
- 1 Hausübung mit Abgabekolloquium zum Thema „Tragwerkslehre“ (benotet)
- 1 Laborpraktikum mit entsprechenden Übungsaufgaben zum Thema „Geotechnik“ (benotet)
- 1 Klausur zum Thema „Geotechnik“ (benotet)
- 1 Referat oder Klausur zum Thema „Bau-, Anlagen und Umweltrecht“ (benotet)

Voraussetzung für die Vergabe aller Leistungspunkte ist die erfolgreiche Absolvierung aller Leistungskontrollen (bei jedem benoteten Leistungsnachweis mindestens mit „ausreichend“ benotet oder bei unbenotetem Leistungsnachweis mit „erfolgreiche Teilnahme“ bewertet). Bei Teilbelegung erfolgt die Vergabe von Leistungspunkten entsprechend den ECTS der Modul-Teilblöcke (s. Pkt.2)

## **7. Leistungspunkte und Noten:**

Mit der erfolgreichen Absolvierung des Moduls „Umwelttechnische Grundlagen“ können innerhalb eines Studienjahrs insgesamt 10 ECTS-Punkte erlangt werden. Das Modul wird darüber hinaus als Ganzes benotet. Die Gesamtnote ergibt sich als mit den ECTS-Punkten gewichteter arithmetischer Durchschnitt der bei den benoteten Leistungskontrollen erzielten Teilnoten

**8. Häufigkeit des Angebotes von Modulen:**

Das Modul wird jährlich, beginnend im Wintersemester, angeboten.

**9. Arbeitsaufwand:**

Vorlesungen und Übungen: 150 h

Seminare, Praktika: 0 h

Projektarbeiten, Präsentationen: 70 h

Selbststudium: 70 h

Transfereinheiten (Exkursionen, etc.): 10 h

Summe: 300 h

**10. Dauer des Moduls:**

Das Modul erstreckt sich über ein Studienjahr.

## 1. Modul: B9 Wasser- und Abwassertechnik

Lehrende(r): nn, Prof. Dr. rer. nat. habil. Mahro, Prof. Dr. rer. nat. König

### 2. Inhalte und Qualifikationsziele

Die Wasser- und Abwasserwirtschaft wird als interdisziplinäre Einheit verstanden.

Die Disziplinen der Biologie, der Chemie und der Wasser- und Abwassertechnik sind als Gesamtheit zu sehen.

Es wird das Grundlagenwissen über die Technik der Wasserreinigung und der Abwasserableitung und der Abwasserreinigung vermittelt und die ineinander greifenden Fachgebiete der Biologie und der Chemie einbezogen.

Außerdem wird das Grundlagenwissen aller Teildisziplinen an selbstprojektierten Versuchsanlagen in praktischen Versuchen erlernt und damit die Synergien der Fachdisziplinen verstanden und bewertet.

#### 2.1 Abwasserableitung und -reinigung: Prof. Dr.-Ing. Dirk n.n.

(4 ECTS, 4 SWS, 120 Std. Gesamt-Arbeitsaufwand)

Wasservorkommen, Wasserqualität, Grundwassererfassung, Oberflächen- und Quellwassererfassung, Grundwasserentnahme, Trinkwasserqualität, Wasseraufbereitungsverfahren (z.B. Enteisierung, Entmanganung, Enthärtung) Wasserversorgung (Hoch- und Erdbehälter), Wasserverteilung (Rohrmaterialien).

Abwassermengen, Regenwassermengen, Ableitungssysteme, Rohrmaterialien, Rohrstatik, Rohrberechnungen, Grabenverbau, Rohrreparatur, Regenwasserrückhaltung, Regenrückhaltebecken, Regenklärbecken, Kanalstauräume, Trennbauwerke, Sonderbauwerke, Grundstücksentwässerung.

Abwassermengen, Schmutzfrachten, allgemeine Verfahren der Abwasserreinigung, Rechen, Siebe, Vorklärbecken, Belebungsverfahren, Nachklärbecken, Flockung, Filtration, Abwasserkosten, -gebühren, -abgabe.

#### 2.2 Biologie der Wasserreinigung: Prof. Dr. rer. nat. habil. Mahro

(2 ECTS, 2 SWS, 60 Std. Gesamt-Arbeitsaufwand)

In dem Teilmodul wird vermittelt, welche Möglichkeiten es gibt, die Stoffumsatzleistungen von Mikroorganismen für die Reinigung oder Aufbereitung von Abwasser, Trinkwasser oder Sickerwässern zu nutzen und zu optimieren. Darauf basierend sollen die wichtigsten biotechnischen Verfahren vorgestellt werden, die bei der Reinigung und Aufbereitung dieser Umweltmedien angewandt werden.

Behandelt werden im Einzelnen folgende Themengebiete:

- Wasser und Gewässer als Schutzgut
- Formen von Nutz-, Brauch- und Abwässern
- Organismen bzw. Organismengemeinschaften in der Wasserreinigung
- Einstellung optimaler Milieubedingungen für den Stoffumsatz in Wasser,
- Optimierung von Stofftransport und Belüftung durch Einsatz von Bioreaktoren
- Mikrobielles Wachstum im Bioreaktor
- Methoden zur Messung der biochemischen Abbaubarkeit von Umweltchemikalien
- Aerobe Reinigung von kommunalen Abwässern
- Möglichkeiten der weitergehenden Abwasserreinigung (N, P)
- Möglichkeiten zur Reinigung von industriellen Abwässern
- Behandlung von Klärschlamm
- Biologische Methoden der Trinkwasseraufbereitung
- Biologische Aspekte bei der Regenwasserbehandlung

#### 2.3 Wasserchemie- und -analytik: Prof. Dr. rer. nat. König

(2 ECTS, 2 SWS, 60 Std. Gesamt-Arbeitsaufwand)

Analysenverfahren dienen nicht nur zur Bestimmung von Summenparametern, sondern sind ein wertvolles Instrument für die Aufklärung technischer und naturwissenschaftlicher Zusammenhänge. Die Interpretation der Resultate setzt ein Mindestmaß an solcher o.a. Bildung voraus.

Behandelt werden im Einzelnen folgende Themengebiete:

- Das Wesen und die Grundlagen der Analytischen Chemie
- Durchführung einer chemischen Analyse
- Probenahme
- Probenvorbereitung
- Auswertung quantitativer Analysenergebnisse
- Flüssig-Flüssig-Extraktion
- Chromatographische Methoden
- Atomabsorption
- Elektrochemische Analysenverfahren
- Spezielle Verfahren

## **2.4 Methodenkurs Abwassertechnik:**

(2 ECTS, 2 SWS, 60 Std. Gesamt-Arbeitsaufwand)

Das Ziel dieses Teilmoduls ist das exemplarische Erlernen wichtiger experimenteller Methoden zur biotechnischen Behandlung von Abwasser.

Die behandelten Themen sind im Einzelnen:

- Beschreibung verschiedener Typen von Belebtschlamm
- Mikroskopie von Belebtschlamm
- Atmungsaktivität von Belebtschlamm mit und ohne Schwermetalle (Kurzzeitatmungstest)
- Aufbau einer Kleinkläranlage: Tests zur Abbaubarkeit verschiedener Abwasserinhaltsstoffe
- Vergleich des Betriebs einer ein- und zweistufigen Laboranlage zur anaeroben Abwasserbehandlung

Durch das Erlernen der Grundlagen der Wasser- und Abwassertechnik sowie Wasser- und Abwasserbiologie und -chemie werden die Studierenden eingeführt in die verschiedensten Verfahrenstechniken, deren Einsatzgebiete und deren Wirkungsgrade.

Außerdem erlernen sie das Berechnen, Dimensionieren und die konstruktive Bearbeitung mit der Tiefe einer betrieblichen und wirtschaftlichen Optimierung.

Mit dieser Befähigung sind die Studierenden in der Lage, im Berufsleben Anlagen verfahrenstechnisch festzulegen und zu planen. Nach erfolgreicher Teilnahme verfügen die Studierenden über das erforderliche Grundlagenwissen für das weiterführende Studium auf dem Gebiet der Umwelt-Prozeßtechnik und der Projektierung.

### **3. Lehrform**

Der Stoff wird in Vorlesungen vermittelt mit parallel laufender selbständiger Entwurfsarbeit, so daß auch Teamarbeit als eine Lehrform verstanden wird.

### **4. Voraussetzung für die Teilnahme**

Da es sich um ein Grundlagenfach handelt, gibt es keine Voraussetzung für die Teilnahme.

### **5. Verwendbarkeit des Moduls**

Das Modul ist für alle Studierende des Studiengangs ISU eine unabdingbare Voraussetzung für die spätere berufliche Praxis, außerdem erforderlich für die Module der Umwelt-Prozesstechnik und der Projektierung im Bereich der Wasser- und Abwassertechnik. Es wird im 2. Studienjahr angeboten.

### **6. Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten**

Die erfolgreiche Teilnahme an Entwurfsarbeiten mit einem abschließenden Vortrag.

### **7. Leistungspunkte und Noten**

Das Modul Wasser-Abwassertechnik wird mit 12 ECTS-Punkten bewertet. Die Notenskala richtet sich nach der geltenden Prüfungsordnung.

### **8. Häufigkeit des Modulangebotes**

Das Angebot erfolgt im Jahresrhythmus.

### **9. Arbeitsaufwand**

Der Arbeitsaufwand der Teilmodule beinhaltet 12 SWS Vorlesung, also 12 SWS x 15 Wochen = 180 Stunden.

Dazu kommt die Entwurfsbearbeitung mit einem Zeitaufwand von 90 Stunden und einem Selbststudienanteil von 90 Stunden.

Es ergibt sich somit der Gesamtarbeitsaufwand von 360 Stunden.

### **10. Dauer des Moduls**

Das Modul erstreckt sich über 1 Studienjahr.

# 1. Modul: B10 Kreislaufwirtschaft und Altlastensanierung

Lehrende(r): Prof. Dr.-Ing. Henning Albers, Prof. Dr. rer.nat.habil. Bernd Mahro

## 2. Inhalte und Qualifikationsziele des Moduls

Das Modul dient der Einführung der Studierenden in die grundlegenden Vorgehensweisen, Bearbeitungsschritte und Technikanwendungen im Rahmen der Vermeidung, Verwertung, Behandlung und Beseitigung von Abfällen, kontaminierten Böden und belasteten Grundwässern. Es soll den Studierenden eine Verknüpfung ihrer naturwissenschaftlichen Kenntnisse mit den verfahrenstechnischen Grundlagen bei der Anwendung auf feste Stoffe und auf Interaktionen zwischen festen Stoffen und der (Grund)wasserphase vermitteln.

Fachbezogene Kompetenzen:

Die Studierenden werden befähigt, verfahrenstechnische Grundoperationen systematisch auf feste Stoffe wie Abfälle und Böden anzuwenden, die zugehörigen naturwissenschaftlichen Grundlagen in die Problemlösung einzubinden, methodische Vorgehensweisen zu bewerten und zu planen, Technologien der Kreislaufwirtschaft und der Altlastenbehandlung zu verstehen und anzuwenden sowie Anwendungsbeispiele grundlegend zu konzeptionieren und zu bemessen. Der Methodenkurs vermittelt den Studierenden einen Eindruck über die Schwierigkeiten des Umgangs und der Ermittlung von Kenngrößen in inhomogenen Systemen wie Abfällen und Böden.

Fachübergreifende Kompetenzen:

Den Studierenden wird exemplarisch die Anwendung von naturwissenschaftlichen und technischen Grundlagen in den Vorgehensweisen und technischen Anlagen der Kreislaufwirtschaft und der Altlastenbehandlung als einem wesentlichen Teil der Umwelttechnik vermittelt.

Methodische Kompetenzen:

Die Studierenden erwerben durch kleinere Arbeitsprojekte (z.B. Ausarbeitung von Referaten und Projektaufgaben sowie praktische Übungen im Methodenkurs) die Fähigkeit, fachbezogene Probleme zu strukturieren, nach Projektgrundsätzen zu bearbeiten und technisch sinnvolle, rechtlich und organisatorisch machbare Lösungen auszuarbeiten und zu präsentieren. Der Methodenkurs befähigt die Studierenden außerdem, sich mit den Materialien detailliert in der Realität einzulassen, sie auf Basis eines wissenschaftlich fundierten Konzeptes experimentell zu untersuchen und ein Gefühl für die Struktur und das Umgehen mit solchen Materialien und den erzielten Resultaten zu gewinnen.

Schlüsselqualifikationen:

Die Studierenden werden durch die Anwendung der Vorlesungsinhalte in Methodenkursen und in Arbeitsprojekten befähigt, zielgerichtet ingenieurtechnische Lösungen anzubieten, sie argumentativ zu begründen und zu vertreten. Außerdem werden sie an wissenschaftliche Arbeitsmethoden herangeführt.

Im Einzelnen sind in dem Modul folgende Lehrveranstaltungsthemen vorgesehen:

### 2.1 Grundlagen der Kreislaufwirtschaft (Albers)

(2 SWS, 2 ECTS-Punkte, 75 h Arbeitszeit)

In diesem Modulteil werden folgende Themen behandelt:

Überblick über Abfallarten nach Herkunft, Charakterisierung und Behandlungs- und Recyclingmöglichkeiten sowie Verbleib.

Grundlegende Zusammenhänge zur rechtlichen Einordnung und zum Umgang mit Abfällen bei Sammlung und Transport sowie der Zwischenlagerung.

Grundlagen zur Schadstoffvermeidung und -verminderung in festen Stoffen aus Gewerbe, Industrie und Haushaltungen.

Organisation und methodisches Vorgehen in der Kreislauf- und Abfallwirtschaft.

Grundlegende Zusammenhänge zum Stellenwert, zu Einsatzmöglichkeiten und zur Leistungsfähigkeit von Verfahren zur Verwertung und Beseitigung von Abfällen.

### 2.2 Technologien der Abfallbehandlung (Albers)

(2 SWS, 2 ECTS-Punkte, 70 h Arbeitszeit)

Das Modulteil beinhaltet folgende Elemente:

Methoden zur Bewertung von Verfahren und zur Auswahl, Planung und Bemessung von Anlagen. Details zum technischen Aufbau und zur Bemessung von Anlagen zur Verwertung von festen Stoffen. Erarbeitung einer praktischen Anwendungskompetenz anhand eines ausgewählten Praxisbeispiels im Rahmen eines Ingenieurprojektes.

### 2.3 Biologie der Abfall- und Altlastenbearbeitung (Mahro)

(2 SWS, 2 ECTS-Punkte, 75 h Arbeitszeit)

In diesem Modulteil wird verdeutlicht, welche Möglichkeiten bestehen, die Stoffumsatzleistungen von Mikroorganismen für die Reinigung oder Aufbereitung von Abfällen, Reststoffen, kontaminierten Böden und Grundwässern zu nutzen und zu optimieren. Aufbauend auf diesen Grundlagen sollen die wichtigsten biotechnischen Verfahren vorgestellt werden, die bei der Reinigung und Aufbereitung dieser Umweltmedien angewendet werden.

### 2.4 Altlastenerkundung und -sanierung (Albers)

(3 SWS, 2 ECTS-Punkte, 80 h Arbeitszeit)

Das Modulteil gibt einen Überblick über die verschiedenen Schritte der Altlastenbearbeitung von der Erfassung über die Erkundung zur Bewertung. Aufbauend auf diesen Grundlagen werden Verfahren zur Sicherung und Dekontamination von Schadensfällen systematisch vorgestellt, ihre Einsatzmöglichkeiten beschrieben sowie die Verfahrenstechniken und der Aufbau eingehend erläutert. An ausgewählten realisierten Praxisprojekten lernen die Studierenden, ihre Grundkenntnisse in die komplexe Abfolge der Bearbeitungsschritte einer Altlastensanierung exemplarisch einzubringen und in kleineren Arbeitsprojekten zu vertiefen.

## **2.5 Methodenkurs Kreislaufwirtschaft und Altlastensanierung (Albers/Mahro)**

(2 SWS, 2 ECTS-Punkte, 60 h Arbeitszeit)

In dem Methodenkurs erlernen die Studierenden an ausgewählten Beispielen wesentliche experimentelle Methoden:  
zur Identifizierung und Bewertung von Abfällen und Böden  
zur biotechnischen Behandlung von Abfällen und Böden  
zur mechanischen und thermischen Behandlung von Abfällen.

Die Ergebnisse der Methoden werden eingebettet in den jeweiligen umwelttechnischen Kontext, d.h. zur Beurteilung von Ausgangsmaterialien und Endprodukten, zur Beurteilung der Prozeßführung von Anlagen, etc.

## **3. Lehrformen**

Da das Modul in wesentlichen Teilen der Vermittlung von Grundlagen dient, ist die Vorlesung das Hauptlehrelement des Moduls. Parallel dazu durchgeführte Übungen, Kurzseminare mit Praktika und Experimenten dienen der exemplarischen Anwendung der erlernten Grundfertigkeiten. Ein weiteres wesentliches Element sind Exkursionen zu ausgewählten Fachprojekten, um den Studierenden eine Anschauung über die Realität von Projekten und großtechnischen Umsetzungen der Anlagen zu vermitteln. Die Bearbeitung von Literaturlauswertungen, das Konzeptionieren, die Durchführung und die Auswertung von Experimenten dienen als Einführung in wissenschaftliche Arbeitstechniken. Kleinere Ingenieurprojekte zur Verfahrensauswahl und Bemessung von Anlagen dienen als aktivierende Lehrform der exemplarischen Integration der verschiedenen erlernten Grundlagen aus den Natur- und Ingenieurwissenschaften zu umwelttechnischen Lösungen.

## **4. Voraussetzungen für die Teilnahme**

Das Modul „Kreislaufwirtschaft und Altlastensanierung“ steht allen an einer Hochschule für ein Bachelor-Studium zugelassenen Studierenden offen, die das erste Studienjahr mit Erfolg absolviert haben. Die Studierenden müssen den in deutscher Sprache abgehaltenen Lehrveranstaltungen sprachlich folgen können. Es werden keine weiteren besonderen Kenntnisse, Fähigkeiten oder Fertigkeiten vorausgesetzt.

## **5. Verwendbarkeit des Moduls für verschiedene Studiengänge**

Das Modul „Kreislaufwirtschaft und Altlastensanierung“ dient der Vermittlung von Anwendungen der Umwelttechnik und baut auf den Grundlagen-Modulen des ersten Studienjahres auf. Es kann darüber hinaus aber auch für Studierende anderer Studiengänge, wie z.B. Chemieingenieurwesen, Biotechnologie, physikalische Technik, Maschinenbau oder Bauingenieurwesen, wenn diese in ihrem Studium vergleichbare Grundlagenkenntnisse erworben haben. Im Einzelfall können von Studierenden anderer Studiengänge nach Rücksprache auch nur Teile des Moduls (s. Pkt.2) belegt werden.

## **6. Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten**

In dem Modul sollen im Verlauf von 2 Semestern folgende Leistungskontrollen absolviert werden:

- 1 gemeinsame Klausur zu den Themen „Grundlagen der Kreislaufwirtschaft“ und „Technologien der Abfallbehandlung“ (benotet)
- 1 Projektarbeit zum Thema „Technologien der Abfallbehandlung“ (benotet)
- 1 Referat zum Thema „Biologie der Abfall- und Altlastenbehandlung“ (benotet)
- 1 Präsentation und 1 Kolloquium zum Thema „Altlastensanierung“ (benotet)
- Praktikumsprotokolle mit Kolloquium zum Thema „Methodenkurs“ (benotet)

Voraussetzung für die Vergabe aller Leistungspunkte ist die erfolgreiche Absolvierung aller Leistungskontrollen (bei jedem benoteten Leistungsnachweis mindestens mit „ausreichend (4,0)“ benotet oder bei unbenoteten Leistungsnachweis mit „erfolgreiche Teilnahme“ bewertet). Bei Teilbelegung erfolgt die Vergabe von Leistungspunkten entsprechend den ECTS der Modul-Teilblöcke (s. Pkt.2)

## **7. Leistungspunkte und Noten:**

Mit der erfolgreichen Absolvierung des Moduls „Umwelttechnische Grundlagen“ können innerhalb eines Studienjahrs insgesamt 12 ECTS-Punkte erlangt werden. Das Modul wird darüber hinaus als Ganzes benotet. Die Gesamtnote ergibt sich als mit den ECTS-Punkten gewichteter arithmetischer Durchschnitt der bei den benoteten Leistungskontrollen erzielten Teilnoten.

## **8. Häufigkeit des Angebots von Modulen:**

Das Modul wird jährlich, beginnend im Wintersemester, angeboten.

## **9. Arbeitsaufwand**

Vorlesungen und Übungen: 135 h

Seminare, Praktika: 30 h  
Projektarbeiten, Präsentationen: 90 h  
Selbststudium: 90 h  
Transfereinheiten (Exkursionen, etc.): 15 h  
Summe: 360 h

**10. Dauer des Moduls:**

Das Modul erstreckt sich über zwei Semester, wobei der Schwerpunkt der Arbeiten im zweiten Semester zu leisten ist.

## 1. Modul: B11 Umwelt-Prozesstechnik

Lehrende(r) : Prof. Dr.-Ing. Volker C. Hass (M.Sc.), Prof. Dr. König, nn

### 2. Inhalte und Qualifikationsziele des Moduls

Im Verlauf dieses Moduls sollen die Studierenden lernen, umwelttechnische Prozesse als Vorgänge bzw. Abläufe zu begreifen, bei denen gezielt chemische und physikalische Veränderungen an Stoffgemischen und Stoffen vorgenommen werden. Dies erfolgt auf drei Ebenen. Am Beispiel der umwelttechnisch sehr bedeutsamen Grenzflächenphänomene werden chemisch-physikalische Prozesse und ihre Übertragung in den technischen Maßstab behandelt. Die Auseinandersetzung mit den thermischen Grundoperationen erfolgt unter technischen Gesichtspunkten, mit dem Ziel, die Leistungsfähigkeit und Betriebsführung von einzelnen Grundoperationen bewerten zu können. Im Rahmen der industriellen Wasserwirtschaft werden Gesamtprozesse zur Veränderung von wässrigen Stoffsystemen und ihre Gestaltung auf der Basis bekannter Grundoperationen behandelt. Ziel ist es, die Studierenden mit den grundlegenden Prinzipien vertraut zu machen, die den Prozessen auf den skizzierten Ebenen unterliegen, und sie zu befähigen (einfache) umwelttechnische Prozesse zu gestalten, zu betreiben und zu führen.

Im einzelnen sind in dem Modul folgende Lehrveranstaltungsthemen vorgesehen

#### 2.1 Thermische Verfahrenstechnik

(3 ECTS-Punkte, 3 SWS, 90 Std Gesamt-Arbeitszeit)

Ziel dieser Lehrveranstaltung ist es zunächst, die den thermischen Trennverfahren unterliegenden physikalisch-chemischen Prinzipien zu vermitteln. Hierzu wird in die Grundlagen der Flüssig-Flüssig- und die Flüssig-Gas- Gleichgewichte eingeführt. Dies soll die Studierenden befähigen, in Stoffdatenbanken Gleichgewichtsdaten zu suchen bzw. einfache Experimente zur (näherungsweise) Gleichgewichtsbestimmung zu planen. Aufbauend auf den Kenntnissen zu den heterogenen Phasengleichgewichten erfolgt die Vorstellung verschiedener Grundoperationen der thermischen Verfahrenstechnik, wie z.B. Verdampfen, Destillieren, Rektifizieren, Extrahieren, Adsorbieren sowie Membrantrennverfahren. Abschließend werden Betriebsformen der jeweiligen Trennprozesse behandelt. Ziel ist es insbesondere, die Anwendungsbereiche der Trennverfahren sowie ihre grundsätzliche Leistungsfähigkeit zu vermitteln. Die Studierenden sollen die Potenziale und Grenzen der Grundoperationen einordnen können. Damit sollen sie in die Lage versetzt werden, bei der späteren betrieblichen Verfahrens- und Prozessgestaltung mitzuwirken.

#### 2.2 Grenzflächenchemie und ihre Technik

(2 ECTS-Punkte, 2 SWS, 60 Std Gesamt-Arbeitszeit)

Chemisch-physikalische Grenzflächenphänomene haben in der Umwelttechnik z.B. bei Wasch-, Adsorptions- und Extraktionsprozessen, der Emulsionsbildung und –spaltung sowie bei der Anlagerung von Stoffen an feste Matrices im Boden eine hohe Bedeutung. Daher ist die Vermittlung der diesen umwelttechnischen Prozessen zugrundeliegenden chemisch-physikalischen Prinzipien und Vorgänge von erheblicher Relevanz.

Ausgehend von den theoretischen Grundlagen, in denen nochmals vertieft auf den flüssigen Aggregatzustand sowie auf die Eigenschaften von Festkörpern und deren Oberflächen eingegangen wird, behandelt die Vorlesung die Anwendung von Tensiden, Kolloiden, Emulsionen und Gelen in der Umwelttechnik. Dabei wird jeweils auf der Basis der chemischen Grundlagen und Prinzipien zu den technischen Anwendungen übergeleitet. Ausgehend von den Tensiden werden Waschprozesse (z.B. Reinigung von Oberflächen in der Kraftfahrzeugindustrie) behandelt. Erst die Kenntnis der Eigenschaften der in der Umwelttechnik häufig auftretenden Kolloide ermöglicht deren gezielte Abtrennung aus fluiden Phasen mit z.B. Membrantrennverfahren (Umkehrosiose) oder durch Flockung/Fällung. Die Emulsionsbildung und –spaltung kann erheblichen Einfluss auf die Effizienz umwelttechnischer Prozesse haben. Emulsionen treten z.B. bei Extraktionsprozessen sowie in Schmier- und Kühlsystemen auf. Die Einordnung der Emulsionen in das theoretische System der Grenzflächenchemie soll die Studierenden befähigen, Prozesse mit Emulsionen unter umwelttechnischen Gesichtspunkten verbessern und optimieren zu können. Abschließend werden Gele behandelt, deren Anwendur

#### 2.3 Industrielle Wasserwirtschaft

(4 ECTS-Punkte, 4 SWS, 120 Std. Gesamt-Arbeitszeit)

Die industrielle Wasserwirtschaft ist neben der kommunalen Wasserwirtschaft ein zentraler Bestandteil der umwelttechnischen Ausbildung. Wegen der in der Industrie auftretenden sehr unterschiedlichen Prozesswasserqualitäten ist im Gegensatz zur kommunalen Wasserwirtschaft das gezielte Design unterschiedlich strukturierter Wasseraufbereitungsprozesse eine Hauptaufgabe der industriellen Wasserwirtschaft. Darüber hinaus treten in industriellen Wasseraufbereitungsanlagen spezielle bau- und anwendungstechnische Problemstellungen auf, die im Rahmen dieser Lehrveranstaltung vertieft behandelt werden. Anhand des Beispiels von wässrigen Systemen unterschiedlichster Struktur und Zusammensetzung werden die Studierenden in die anwendungsorientierte Planung und Gestaltung von Gesamtprozessen eingeführt.

#### 2.4 Praktische Prozesstechnik

(4 ECTS-Punkte, 3 SWS, 90 Std Gesamt-Arbeitszeit)

Insbesondere die thermischen Trennverfahren entziehen sich häufig der unmittelbaren Anschauung durch die Studierenden. Dies gilt im gleichen Maß für die Reaktionstechnik. Im Rahmen dieses Moduls wird eine Auswahl der in den vorstehend genannten Veranstaltungen dargelegten Grundlagen in Form von Repetitorien aufgearbeitet und anschließend experimentell umgesetzt. Dabei soll den Studierenden anhand einer Auswahl umwelttechnisch relevanter Prozesse ein Eindruck von der praktischen Umsetzung der Prozesse gegeben werden. Ein wesentlicher Anteil der Veranstaltung wird sich der Planung geeigneter technischer Experimente und deren Umsetzung widmen. In einem weiteren Teil sollen die Studierenden die durchgeführten Experimente strukturiert auswerten und die Ergebnisse durch Gegenüberstellung von Theorie und experimentellen Ergebnissen quantitativ bewerten.

Vorgesehen sind Experimente an folgenden Grundoperationen bzw. Prozessen: Rührkesselreaktoren, Destillation/Rektifikation, Extraktion, Adsorption (aus der Flüssigphase), Membrantrennung, Sedimentation.

## **2.5 Verfahrenstechnisches Hauptseminar**

(2 ECTS-Punkte, 2 SWS, 60 Std. Gesamt-Arbeitszeit – freiwilliges Ergänzungsstudium)

Im "verfahrenstechnischen Hauptseminar" werden die Studierenden an das wissenschaftliche Arbeiten, das Vertreten und Darstellen wissenschaftlicher Erkenntnisse sowie das Lernen aus ebensolchen Darstellungen und Präsentationen herangeführt.

Im Anschluss an eine einführende Lehrveranstaltung zu wissenschaftlichen Vorträgen und Diskussionen, deren Vorbereitung und Auswertung werden aktuelle Themengebiete der umweltverfahrenstechnischen Forschung wissenschaftlich vorgestellt und diskutiert. Die ständig aktualisierten Themen stammen aus den wissenschaftlichen Arbeitsgebieten der Hochschule Bremen sowie befreundeten wissenschaftlichen Institutionen. Das Seminar kann Studierende unterstützen, die eine von der Hochschule unterstützte Form des wissenschaftlichen Arbeitens dem persönlich, individuell organisierten wissenschaftlichen Arbeiten vorziehen. Darüber hinaus soll es z.B. auch den Doktoranden und Studierenden des Master-Studiengangs Gelegenheit zur Präsentation ihrer aktuellen Forschungsergebnisse und zum wissenschaftlichen Disput bieten.

## **3. Lehrformen**

In allen Teilen des Moduls (mit Ausnahme der Praktischen Prozesstechnik) ist die Vorlesung das tragende Element der Lehrveranstaltung. In der Praktischen Prozesstechnik stehen die Gestaltung, Durchführung und Auswertung von prozesstechnischen Experimenten im Vordergrund. Es wird aber bei Behandlung aller Themenkreise auch Lehr- und Lernformen geben, in denen die Studierenden durch eigene aktive Beiträge am Lernprozess beteiligt werden. Dies soll erfolgen durch

- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Durchführung von Experimenten
- Erstellung experimenteller Protokolle
- Referate oder Literaturberichte

## **4. Voraussetzungen für die Teilnahme**

Das Modul "Umwelt-Prozesstechnik" steht allen an einer Hochschule für ein Bachelor-Studium zugelassenen Studierenden offen, die mindestens fünf der Module "Umweltchemische Grundlagen", "Umweltbiologische Grundlagen", "Mathematisch-Physikalische Grundlagen", "Bautechnische Grundlagen", "Mathematisch-messtechnische Grundlagen" und "Grundlagen umwelttechnischer Verfahren" oder äquivalente Lehrveranstaltungen mit Erfolg absolviert haben. Die Studierenden müssen den in deutscher Sprache abgehaltenen Lehrveranstaltungen sprachlich folgen können.

## **5. Verwendbarkeit des Moduls für verschiedene Studiengänge**

Das Modul "Umweltprozesstechnik" dient als Modul des Grundfachstudiums. Es dient als Grundlage für das im Ausland zu absolvierende Fachstudium des internationalen Bachelor-Studiengangs. Es kann darüber hinaus aber auch für Studierende anderer Studiengänge, wie z.B. Chemieingenieurwesen, Biotechnologie oder Maschinenbau, wenn diese für ihr Studium einen umwelttechnischen Schwerpunkt gewählt haben und die vorstehend genannten Mindestvoraussetzungen (s. Pkt. 4) mitbringen, Verwendung finden. Im Einzelfall können von Studierenden anderer Studiengänge nach Rücksprache auch nur Teile des Moduls (s. Pkt.2) belegt werden.

## **6. Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten:**

In dem Modul sollen im Verlauf von 2 Semestern folgende Leistungskontrollen absolviert werden:

- 1 Kolloquium zum Thema "Thermische Verfahrenstechnik" (benotet)
- 1 Klausur zum Thema "Grenzflächenchemie" (benotet)
- 1 Kolloquium zum Thema "Industrielle Wasserwirtschaft" (benotet)
- 1 Einzelprotokoll zum Thema "Praktische Prozesstechnik" (benotet)
- Teilnahme (min 80%), je Experiment ein Eingangskolloquium im Themenbereich "Praktische Prozesstechnik" sowie ein Gruppenprotokoll (unbenotet, Voraussetzung für die Zulassung zum Kolloquium "Thermische Verfahrenstechnik")
- Gute Leistungen im "Verfahrenstechnischen Hauptseminar" (wiss. Referat) können auf Antrag schwache Leistungen in den Teilgebieten "Thermische Verfahrenstechnik" oder "Praktische Prozesstechnik" kompensieren, sofern das Seminar angeboten wird. Eine der Noten aus den beiden vorstehend genannten Fächern kann mit der Note für das benotete Referat im verfahrenstechnischen Hauptseminar arithmetisch gemittelt werden und zu einer Note (des beantragten Pflichtteils) zusammengezogen werden.

Voraussetzung für die Vergabe aller Leistungspunkte ist die erfolgreiche Absolvierung aller Leistungskontrollen in den Pflichtteilen des Moduls (bei jedem benoteten Leistungsnachweis mindestens mit "ausreichend (4,0)" benotet oder bei unbenotetem Leistungsnachweis mit "erfolgreiche Teilnahme" bewertet). Bei Teilbelegung erfolgt die Vergabe von Leistungspunkten entsprechend den ECTS der Modul-Teilblöcke (s. Pkt.2). Eine Teilbelegung ausschließlich der Veranstaltung "Thermische Verfahrenstechnik" ist nur in Ausnahmefällen möglich.

#### **7. Leistungspunkte und Noten:**

Mit der erfolgreichen Absolvierung des Moduls "Umwelt-Prozesstechnik" können innerhalb eines Studienjahrs insgesamt 12 ECTS-Punkte erlangt werden. Das Modul wird darüber hinaus als Ganzes benotet. Die Gesamtnote ergibt sich als mit den ECTS-Punkten gewichteter arithmetischer Durchschnitt der bei den benoteten Leistungskontrollen erzielten Teilnoten (Pflichtteile) (s. Pkt. 6).

#### **8. Häufigkeit des Angebots von Modulen:**

Das Modul soll jährlich, beginnend im WS, angeboten werden und sich über ein Jahr erstrecken. Im "Internationalen Studiengang für Umwelttechnik" ist das Modul als Modul des zweiten Studienjahrs konzipiert.

#### **9. Arbeitsaufwand**

Die erfolgreiche Absolvierung des Moduls erfordert im Verlaufe eines Studienjahres die Teilnahme an Lehrveranstaltungen im Umfang von 12 SWS (ca. 180 Zeit-Std.). Zur Vor- und Nachbereitung müssen zusätzlich ca. 180 Std. veranschlagt werden. Daraus ergibt sich eine Gesamt-Arbeitszeit von ca. 360 Std./Modul bzw. 12 Std./Semesterwoche. In kleinem Umfang kann ein Teil dieser Arbeitszeit auch in der vorlesungsfreien Zeit absolviert werden (Referate- und Prüfungsvorbereitung).

#### **10. Dauer des Moduls:**

Das Modul wird mit 12 SWS im zweiten Studienjahr angeboten.

## 1. Modul: B12 Projektierung

Lehrende(r) : Prof. Dr.-Ing. Henning Albers, Prof. Dr.-Ing. Volker C. Hass, Prof. Dr. König, Prof. Dr. Bernd Mahro, nn

### 2. Inhalte und Qualifikationsziele des Moduls

Im einzelnen sind in dem Modul folgende Lehrveranstaltungsthemen vorgesehen

#### 2.1 Prozessautomation

(3 ECTS-Punkte, 3 SWS, 90 Std Gesamt-Arbeitszeit)

Ein wichtiger Bestandteil umwelttechnischer Projekte besteht in der Realisierung von Regelungen, Prozessführungsstrategien und Automationskonzepten. Die Entwicklung von Prozessautomations- und -führungsstrategien nimmt innerhalb der Projektierung eine zentrale Stellung ein.

Ziel der Lehrveranstaltung ist es, die Studierenden zu befähigen, Automationsbedarfe und –potenziale innerhalb bestehender und neu zu konzipierender Anlagen zu erkennen. Des Weiteren sollen die Studierenden in die Lage versetzt werden, gemeinsam mit Ingenieuren der Prozessautomation, Regelungs- und Prozessführungsstrategien zu entwickeln, um so die umwelttechnischen Potenziale von Prozessen und Anlagen besser ausschöpfen zu können. Hierzu werden zunächst die Grundlagen der Prozessautomation gelegt. Darauf aufbauend werden verschiedene typische Reglerkonzepte und ihre Auslegung behandelt. Schließlich wird eine Einführung in die Struktur und den Aufbau moderner Prozessleitsysteme gegeben. Im einzelnen werden folgende Themenkreise bearbeitet: Beschreibung von Automatisierungssystemen und –lösungen; Informationsübertragung in Automatisierungssystemen; Strukturierung und Dimensionierung von Regelungen; Entwurf von Steuerungen; Realisierung von Stelleingriffen in Stoffströme; Projektierung und Bewertung von Automatisierungssystemen.

Neben den typischen Vorlesungsanteilen werden praktische Anteile zur Modellierung von Regelungsstrecken, zur Dimensionierung von Reglern sowie zur Konzeption von Prozessführungsstrukturen angeboten.

#### 2.2 Material- und Energieflussanalyse

(1 ECTS-Punkt, 1 SWS, 30 Std Gesamt-Arbeitszeit)

Die Material- und Energieflussanalyse ist ein wichtiges Instrument zur ökonomischen und ökologischen Bewertung von umwelttechnischen Maßnahmen innerhalb eines Betriebes, Produktionsverbundes oder Landes. Sie basiert im wesentlichen auf den bislang bekannten Instrumenten der Bilanzierung, stellt diese jedoch in einen neuen Kontext. Das zeigt sich auch an der Entstehung eigenständiger Software-Tools, insbesondere zur Stoffstromanalyse. Die Material- und Energieflussanalyse ist ein wichtiger Bestandteil der Projektierung umwelttechnischer Maßnahmen.

Mit diesem Moduleil sollen die Studierenden lernen, Material- und Energiebilanzen aufzustellen und auszuwerten. Außerdem sollen sie Stärken und Schwächen der zur Verfügung stehenden Instrumente einordnen können, um für spätere Anwendungsfälle gezielt die geeigneten Werkzeuge auswählen und einsetzen zu können.

Themenschwerpunkte in der Vorlesung werden sein: Grundbegriffe Material und Energie; Erstellung von stationären und dynamischen Bilanzen; Darstellung und Auswertung von Bilanzen: Sankey-Diagramme; Lineare Gleichungssysteme (Wdh.), Nichtlineare Gleichungssysteme; Kennzahlensysteme; Software zur Auswertung von Bilanzen.

#### 2.3 Projekt- und Umweltmanagement

(2 ECTS-Punkte, 2 SWS, 60 Std. Gesamt-Arbeitszeit)

In diesem Moduleil lernen die Studierenden, dass sie ihre fachliche Arbeit systematisch organisieren müssen, um ihre Ziele strategisch ausgerichtet erfolgreich umsetzen zu können. Für Ingenieure der Umwelttechnik steht dabei das Erlernen von Strategien und Handlungswerkzeugen im Bereich des Projektmanagements und des Umweltmanagements im Vordergrund ihrer beruflichen Anforderungen. Die Lerninhalte sind schon unmittelbar im Studium umsetzbar und werden deshalb im nachfolgend beschriebenen Moduleil des „Umwelttechnischen Projekts“ praktisch erprobt.

Themenschwerpunkte der Vorlesung werden sein:

Grundbegriffe der Projektierung von umwelttechnischen Aufgaben,

Abläufe und Vorgehensweisen bei der Konzeption, der Planung, der Beschaffung, der Montage, der Inbetriebnahme und dem Betrieb von Anlagen,

Aufgaben, Vorgehensweisen und Hilfsmittel des Projektmanagements bei den beschriebenen Schritten,

Grundlagen von Kostenrechnung und -management und die Implementierung ins Projektmanagement,

Systeme des Qualitäts- und Umweltmanagements und deren Einbindung in umwelttechnische Projekte

#### 2.4 Umwelttechnisches Projekt (Albers, n.n., Hass, König, Mahro)

(4 ECTS-Punkte, 4 SWS, 210 Std. Gesamt-Arbeitszeit)

Im Moduleil „Umwelttechnisches Projekt“ werden die Studierenden in Gruppen aktuelle Projektthemen aus dem Bereich der Umwelttechnik und/oder Teile von Forschungsthemen im Bereich Umwelttechnik bearbeiten. Dabei lernen die Studierenden sowohl die Inhalte des Moduleils „Projekt- und Umweltmanagement“ als auch die Inhalte der anderen Module im Rahmen eines konkreten Projekts umzusetzen. Der Moduleil dient primär der Ausbildung umwelttechnischer, sozialer (Gruppenarbeit) und wissenschaftlicher Handlungskompetenz.

Projektthemen können z.B. sein:

Planung einer Modellanlage zur Abfallsortierung  
Automatisierung einer industriellen Kläranlage  
Planung einer Anlage zur Kesselspeisewasserproduktion aus Brauchwasser  
Biologisch-Technische Vorstudie zur Gewinnung von Wertstoffen aus biogenen Reststoffen  
Optimierung des Sedimentationsverhaltens von Suspensionen mit biologisch abbaubaren Flockungshilfsmitteln.  
Brauchwassernutzung in einem öffentlichen Gebäude.

Grundsätzlich wird angestrebt, zumindest in einen Teil der Projekte auch industrielle Partner zu gewinnen, die geeigneten Themenstellungen anbieten.

### **3. Lehrformen**

Der wesentliche Teil des Moduls ist die Realisierung der umwelttechnischen Projekte durch die Studierenden. Zusätzlich werden in den Vorlesungen gebündelte und strukturierte Informationen angeboten, die im Rahmen der Projekte unmittelbar umgesetzt werden. Auch in den Vorlesungen wird es aktivierende Lehrformen geben wie z.B.:

Bearbeitung von Hausübungen  
Durchführung von Experimenten einschließlich Protokollerstellung  
Referate oder Literaturberichte

### **4. Voraussetzungen für die Teilnahme**

Das Modul „Projektierung“ steht allen an einer Hochschule für ein Bachelor-Studium zugelassenen Studierenden offen, die mindestens fünf der Module „Umweltchemische Grundlagen“, „Umweltbiologische Grundlagen“, „Mathematisch-Physikalische Grundlagen“, „Bautechnische Grundlagen“, „Mathematisch-messtechnische Grundlagen“ und „Grundlagen umwelttechnischer Verfahren“ oder äquivalente Lehrveranstaltungen mit Erfolg absolviert haben. Die Studierenden müssen außerdem mindestens die Module „Wasser- und Abwassertechnik“, „Umwelt-Prozesstechnik“ sowie „Kreislaufwirtschaft & Altlasten“ oder äquivalente Lehrveranstaltungen mit Erfolg absolviert oder parallel belegt haben. Die Studierenden müssen den in deutscher Sprache abgehaltenen Lehrveranstaltungen sprachlich folgen können.

### **5. Verwendbarkeit des Moduls für verschiedene Studiengänge**

Das Modul „Projektierung“ dient als Modul des Grundfachstudiums. Es dient als Grundlage für das im Ausland zu absolvierende Fachstudium des internationalen Bachelor-Studiengangs. Es kann darüber hinaus aber auch für Studierende anderer Studiengänge, wie z.B. Chemieingenieurwesen, Biotechnologie oder Maschinenbau, wenn diese für ihr Studium einen umwelttechnischen Schwerpunkt gewählt haben und die vorstehend genannten Mindestvoraussetzungen (s. Pkt. 4) mitbringen, Verwendung finden. Im Einzelfall können von Studierenden anderer Studiengänge nach Rücksprache auch nur Teile des Moduls (s. Pkt.2) belegt werden.

### **6. Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten:**

In dem Modul sollen im Verlauf von 2 Semestern folgende Leistungskontrollen absolviert werden:

- 1 Kolloquium zum Thema „Prozessautomation“ (benotet)
- 1 Hausübung (Gruppenarbeit) zum Thema „Material- und Energieflussanalyse“ (benotet)
- 1 Klausur zum Thema „Projektmanagement“ (benotet)
- 1 Projektbericht „Umwelttechnisches Projekt“ (benotet)

Voraussetzung für die Vergabe aller Leistungspunkte ist die erfolgreiche Absolvierung aller Leistungskontrollen (bei jedem benoteten Leistungsnachweis mindestens mit „ausreichend (4,0)“ benotet oder bei unbenotetem Leistungsnachweis mit „erfolgreiche Teilnahme“ bewertet). Bei Teilbelegung erfolgt die Vergabe von Leistungspunkten entsprechend den ECTS der Modul-Teilblöcke (s. Pkt.2).

### **7. Leistungspunkte und Noten:**

Mit der erfolgreichen Absolvierung des Moduls „Umwelt-Prozesstechnik“ können innerhalb eines Studienjahrs insgesamt 10 ECTS-Punkte erlangt werden. Das Modul wird darüber hinaus als Ganzes benotet. Die Gesamtnote ergibt sich als mit den ECTS-Punkten gewichteter arithmetischer Durchschnitt der bei den benoteten Leistungskontrollen erzielten Teilnoten (s. Pkt. 6).

### **8. Häufigkeit des Angebots von Modulen:**

Das Modul soll jährlich, beginnend im WS, angeboten werden und sich über ein Jahr erstrecken. Im „Internationalen Studiengang für Umwelttechnik“ ist das Modul als Modul des zweiten Studienjahrs konzipiert.

### **9. Arbeitsaufwand**

Die erfolgreiche Absolvierung des Moduls erfordert im Verlaufe eines Studienjahres die Teilnahme an Lehrveranstaltungen im Umfang von 10 SWS (ca. 150 Zeit-Std.). Zur Vor- und Nachbereitung, für Projektarbeiten und Präsentationen müssen zusätzlich ca. 210 Std. veranschlagt werden. Daraus ergibt sich eine Gesamt-Arbeitszeit von ca. 360 Std./Modul. Ein Teil dieser Arbeitszeit kann auch in der vorlesungsfreien Zeit absolviert werden (z.B. Projektbearbeitung, Hausübung, Referate und Prüfungsvorbereitung).

### **10. Dauer des Moduls:**

Das Modul wird mit 10 SWS verteilt auf ein Studienjahr angeboten.

## **1. Modul: Seminar zur Auslandsvorbereitung**

Lehrende(r): Prof. Dr.-Ing. Henning Albers

### **2. Inhalte und Qualifikationsziele des Moduls:**

Das Modul dient der Unterstützung der Studienplatzwahl und der fachlichen, organisatorischen und kulturellen Vorbereitung für das Auslandsjahr. Es soll den Studierenden eine Informationsgrundlage für die Studienplatzentscheidung liefern und in strukturierter Form helfen, die Wünsche der Studierenden und die Vorgaben des Fachbereiches zum Auslandsstudienjahr zur Deckung zu bringen.

Fachbezogene Kompetenzen:

Die Studierenden lernen sich frühzeitig mit dem für sie meist doch sehr einschneidenden Jahr im Ausland auseinander zu setzen. Sie lernen die Fachangebote der Partnerhochschulen kennen und setzen sich damit auseinander, welche Schwerpunkte sie in ihrem eigenen Studium setzen möchten. Außerdem gewinnen sie einen Einblick in die Gewichtung der Umweltthematiken im Ausland und die Einbindung in die dortigen Studiengänge.

Fachübergreifende Kompetenzen:

Die Studierenden verbessern ihr Verständnis über Lebens- und Lernformen in anderen Ländern der Erde und erhalten einen Einblick, wie sie mit unterschiedlichen Kulturen in dem Auslandsjahr umgehen können.

Methodische Kompetenzen:

Die Studierenden erwerben durch kleinere Arbeitsprojekte (z.B. Ausarbeitung von Referaten) eine Grundlage für ihre Studienplatzentscheidung. Sie lernen ihren eigenen Such-, Informations- und Entscheidungsprozeß als strukturierten Ablauf kennen.

Schlüsselqualifikationen:

Die Studierenden erweitern ihre eigenständige Handlungsfähigkeit, dadurch daß sie die Entscheidung für ein ganzes Jahr selbst treffen müssen und dabei verschiedene Entscheidungskriterien und Randbedingungen beachten müssen.

In diesem Modulteil werden folgende Themen, vorrangig in englischer Sprache, behandelt:

Überblick über Erfahrungen von höheren Semestern (dazu wird ein Blockseminar mit den im Praxissemester befindlichen Studierenden des 7. Semesters veranstaltet).

Informations-, Auswahl- und Entscheidungsabläufe in komplexen Situationen

Informationsvermittlung zu Umwelttechnikangeboten im Ausland

### **3. Lehrformen:**

Die Fachinhalte werden in Seminarform mit strukturierten Diskussionen und Referaten zur Informationsvermittlung erarbeitet. Die Hauptlehrsprache wird Englisch sein.

### **4. Voraussetzungen für die Teilnahme:**

Das Modul „Seminar zur Auslandsvorbereitung“ steht allen an einer Hochschule für ein Bachelor-Studium zugelassenen Studierenden offen. Die Studierenden müssen den in englischer Sprache abgehaltenen Lehrveranstaltungen sprachlich folgen können. Es werden keine weiteren besonderen Kenntnisse, Fähigkeiten oder Fertigkeiten vorausgesetzt.

### **5. Verwendbarkeit des Moduls:**

Das Modul „Seminar zur Auslandsvorbereitung“ dient, zusammen mit einzelnen in die Fachmodule integrierten englischsprachigen Lehrinhalten, der allgemeinen und fachlichen Vorbereitung auf das Auslandsjahr des Internationalen Studiengangs Umwelttechnik. Es kann darüber hinaus aber auch für Studierende anderer Studiengänge dienen, wie z.B. Chemieingenieurwesen, Biotechnologie, physikalische Technik, Bauingenieurwesen oder Maschinenbau, wenn diese für ihr Studium eine Einführung in ein ingenieurmäßig geprägtes Auslandsjahr oder -semester benötigen.

### **6. Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten**

In dem Modul sollen im Verlauf von 1 Semester folgende Leistungskontrollen absolviert werden:

- 1 Referat oder Arbeitsbericht zum Thema (benotet)

Voraussetzung für die Vergabe aller Leistungspunkte ist die erfolgreiche Absolvierung aller Leistungskontrollen (bei jedem benoteten Leistungsnachweis mindestens mit „ausreichend“ oder bei unbenotetem Leistungsnachweis mit „erfolgreiche Teilnahme“ bewertet).

### **7. Leistungspunkte und Noten:**

Mit der erfolgreichen Absolvierung des Moduls „Seminar zur Auslandsvorbereitung“ kann innerhalb eines Studienjahrs insgesamt 2 ECTS-Punkt erlangt werden.

### **8. Häufigkeit des Angebotes von Modulen:**

Das Modul wird jährlich, beginnend im Wintersemester, angeboten.

### **9. Arbeitsaufwand:**

Vorlesungen und Übungen: 0 h

Seminare, Praktika: 15 h

Projektarbeiten, Präsentationen: 10 h  
Selbststudium: 5 h  
Transfereinheiten (Exkursionen, etc.): 0 h  
Summe: 30 h

**10. Dauer des Moduls:**

Das Modul erstreckt sich über ein Studiensemester.

# 1. Modul M1: Kreislaufwirtschaft

Lehrende(r) : Prof. Dr.-Ing. Henning Albers

## 2. Inhalte und Qualifikationsziele des Moduls

Das Masterprogramm „Umwelttechnik“ wird mit dem Schwerpunkt „Optimierung umwelttechnischer Systeme und Kreislaufprozesse“ angeboten. Innerhalb dieses Schwerpunktes behandelt das Modul „Kreislaufwirtschaft“ die Optimierung des Umgangs mit festen Produkten und Abfällen.

Diese relativ enge Eingrenzung des Begriffs „Kreislaufwirtschaft“ findet sich auch in gesetzlichen Regelungen des Bundes und Länder wieder und meint häufig ausschließlich die Vermeidung, Verwertung und Beseitigung von Abfällen. Da der Begriffswechsel eines festen Stoffs vom Produkt zum Abfall jedoch von vielen objektiven wie auch subjektiven Einflußfaktoren abhängig ist, soll in diesem Modul eine eher ganzheitliche Betrachtung von festen Stoffen im Vordergrund stehen. Dieses erscheint auch folgerichtig, wenn es, wie in diesem Masterstudium vorgesehen, um die Optimierung von Prozessketten und –abläufen geht. Die Abfall- bzw. Recyclingwirtschaft ist nur ein Teil der Prozesskette. Die Prozessketten sollen in diesem Modul beschrieben und im Hinblick auf die Optimierung bewertet werden. Technische Lösungen sollen beschrieben, analysiert und im Hinblick auf ihre Einsatzmöglichkeiten im Rahmen der Optimierung evaluiert werden.

Diese Ziele sollen in zwei Teilmodulen erarbeitet werden:

1. Stoffstrommanagement
2. Aufbereitungstechniken

Die Studierenden sollen durch das Erlernen und die exemplarische Anwendung von wissenschaftlichen Methoden in die Anlage versetzt werden, Systeme und Prozesse der Kreislaufwirtschaft fester Stoffe zu analysieren sowie Strategien zur Optimierung zu entwickeln und zu implementieren.

Den Studierenden wird die Anwendung von naturwissenschaftlichen und technischen Grundkenntnissen in den Vorgehensweisen und technischen Anlagen der Kreislaufwirtschaft vertieft erläutert. Wissenschaftliche Methoden und Hilfsmittel werden zur quantitativen und qualitativen Datenerhebung, -auswertung und -bewertung von Stoffflüssen sowie der Bewertung von technischen Anlagen erarbeitet und beispielhaft eingesetzt. Die Resultate fließen in die Optimierungsstrategien und –vorschläge ein

Die Studierenden erwerben durch begleitende Arbeitsprojekte (z.B. Ausarbeitung von Referaten, Projektaufgaben sowie praktische Übungen im Labor und/oder an technischen Anlagen) die Fähigkeit, eigenständig mit wissenschaftlichen Methoden fachbezogene Probleme zu strukturieren, nach Projektgrundsätzen zu bearbeiten und technisch sinnvolle, rechtlich und organisatorisch machbare Lösungen auszuarbeiten und zu präsentieren.

Die Studierenden werden durch die Anwendung der Vorlesungsinhalte in Übungen und in Arbeitsprojekten befähigt, zielgerichtet ingenieurtechnische Lösungen anzubieten, sie argumentativ zu begründen und zu vertreten. Sie erlernen mit wissenschaftlicher Arbeitsmethodik eigenständige Ideen zu entwickeln und umzusetzen.

Im Einzelnen sind in dem Modul folgende Lehrveranstaltungsthemen vorgesehen:

### 2.1 Stoffstrommanagement

(3 SWS, 5 ECTS-Punkte, 150 h Gesamt-Arbeitszeit)

Die Kenntnis der Stoffströme nach quantitativen und qualitativen Kenngrößen stellt eine Grundlage für die Bewertung im Rahmen von Optimierungsstrategien dar.

Folgende Hauptthemen sind vorgesehen:

Methoden und Hilfsmittel zur Stoff- und Energieflussanalyse

Grundlagen der Einsatzmöglichkeiten der Materialwirtschaft

Einflüsse der Produktion auf Stoffumsätze

Einflüsse des Konsums auf Stoffumsätze

Ökologische und ökonomische Bewertung von Stoffen (Ökobilanzierung, Ökoeffizienz)

Ansätze zur Beurteilung der Nachhaltigkeit von Stoffströmen

Vertiefte Untersuchungen zu Abfällen in der Kreislaufwirtschaft: Mengen, Herkunft, Einflüsse, Entwicklungen

Eigenschaften von Abfällen: Struktur, wertgebende und schädliche Eigenschaften

Probenahme und Analytik von Abfällen

Die Studierenden sollen vertiefte Kenntnisse zur Bewertung von Schadstoffvermeidungen und –verminderungen bei industriellen Produktionsanlagen, bei der Nutzung von Produkten und in der Abfallwirtschaft erlangen. Sie werden methodisch in die Lage versetzt, die Umweltrelevanz von Stoff- und Energieflüssen systematisch beurteilen zu können. Damit stehen ihnen fundierte Entscheidungsgrundlagen für eine weitgehende Nutzung von Stoffen in der Kreislaufwirtschaft zur Verfügung.

### 2.2 Aufbereitungstechniken

(3 SWS, 5 ECTS-Punkte, 150 h Gesamt-Arbeitszeit)

Techniken zur Aufbereitung von Abfällen sind ein sehr wesentliches Element zur tatsächlichen Schließung von Stoffkreisläufen. Die Optimierung dieser Anlagen zur Erzeugung von hochwertigen Sekundär-Rohstoffen und –vorprodukten auf der Basis von wissenschaftlichen Strategien, verknüpft mit den Erfahrungen der Betreiber, wird in diesem Teil vermittelt:

Das Modulteil beinhaltet folgende Elemente:

Systematik der Verfahrenstechniken zur Aufbereitung von festen (Abfall-)Stoffen

- Definitionen von wertgebenden und schädlichen Eigenschaften in Abhängigkeit von den aufzubereitenden Abfällen und den einzusetzenden Verfahrenstechniken
- Vorgehensweisen zur Verfahrensauswahl und -optimierung
- Zusammenstellung und Beurteilung von Systemlösungen
- Einbindung in Produktionsprozesse
- Logistische Aspekte: Sammlung, Transport, Sortierung
- Material-, Energie- und Informationsflussoptimierung

Die Studierenden sollen in die Lage versetzt werden, anhand von konkreten Problemsituationen Stoffkreisläufe konzeptionell zu beschreiben, zu optimieren und mit Ingenieurmethoden sinnvolle technische Lösungen auszuarbeiten. Dabei soll die gesamte Prozeßkette mit ihren technischen, logistischen und organisatorischen Aspekten betrachtet werden. Sie lernen dabei exemplarisch, wissenschaftlich-technische Grundlagen auf konkrete Handlungssituationen anzuwenden und mit wissenschaftlich fundierten Methoden Entscheidungsalternativen aufzuzeigen und zu bewerten sowie planerisch umzusetzen.

### 3. Lehrformen

Das Modul soll als Vorlesung mit ergänzenden Seminaranteilen und anteiliger Projektbearbeitung (einschließlich experimentell-praktischer Untersuchungen) durchgeführt werden. Gemäß dem Prinzip des „forschenden Lernens“ wird von den Studierenden hierbei ein in hohem Maße eigenständiges Problemlösungsverhalten gefordert und gefördert. Das Modul wird in deutscher oder englischer Sprache abgehalten werden.

### 4. Voraussetzungen für die Teilnahme

Voraussetzung für die Teilnahme ist ein qualifizierter erster Hochschulabschluss (siehe Zugangsvoraussetzungen zum Master-Studium). Fachlich sind mindestens gute Kenntnisse in den Fächern Mathematik und Umweltverfahrenstechnik oder Abfallwirtschaft erforderlich. Die Studierenden müssen der Lehrveranstaltung auch sprachlich folgen können.

### 5. Verwendbarkeit des Moduls für verschiedene Studiengänge

Das Modul „Kreislaufwirtschaft“ richtet sich vorrangig an Studierende des ISU-Masterprogramms. Das Modul eignet sich darüber hinaus auch als Modul in einem Masterprogramm der Chemietechnik, Biotechnik, umweltorientiertem Bauingenieurwesen oder dem Maschinenbau (Energietechnik). Das Modul als Ganzes oder eines der Teilmodule kann außerdem auch für Studierende anderer Umwelt- oder Biotechnik- orientierter Studiengänge fachlich förderlich sein.

### 6. Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten:

In dem Modul sollen folgende Leistungsnachweise erbracht werden:

- 1 Entwurf /Arbeitsbericht zum Thema „Stoffstrommanagement“ (benotet)
- 1 Projektstudienarbeit zum Thema „Aufbereitungstechniken“ (benotet)
- 1 Kolloquium zum Gesamtmodul (unbenotet)

Voraussetzung für die Vergabe aller Leistungspunkte ist die erfolgreiche Absolvierung aller Leistungskontrollen.

### 7. Leistungspunkte und Noten:

Mit der erfolgreichen Absolvierung des Moduls „Kreislaufwirtschaft“ können innerhalb eines Studienjahres insgesamt 10 ECTS-Punkte erlangt werden. Das Modul wird als Ganzes benotet. Die Gesamtnote setzt sich dabei anteilig aus den in den Teilmodulen erzielten benoteten Teilnoten zusammen (s. Pkt. 6). In Ausnahmefällen kann die Vergabe nur eines Teils der ECTS-Punkte entsprechend der Leistungsnachweise in den Teilmodulen erfolgen.

### 8. Häufigkeit des Angebots von Modulen:

Das Modul soll jährlich, beginnend im WS mit Teilmodul 1, angeboten werden und sich über zwei Semester erstrecken. Die Teilmodule können unabhängig voneinander und auch in umgekehrter Reihenfolge belegt werden.

### 9. Arbeitsaufwand

Vorlesungen und Übungen:.....	90 h
Seminare, Praktika:.....	30 h
Projektarbeiten, Präsentationen:.....	60 h
Selbststudium:.....	100 h
Transfereinheiten (Exkursionen, etc.):.....	20 h
Summe:.....	300 h

### 10. Dauer des Moduls:

Das Modul erstreckt sich über zwei Semester, wobei je ein Teilmodul pro Semester angeboten wird. Jedes Teilmodul wird mit dem Semester-Ablauf beendet.

## **1. Modul M2: Siedlungswasserwirtschaft M**

Lehrende(r): n.n.

### **2. Inhalte und Qualifikationsziele**

Unter der Siedlungswasserwirtschaft wird u.a. das Management der Abwasserableitung, der Abwasserreinigung und des Gewässerschutzes verstanden. Es werden Schwerpunkte gesetzt, zum Beispiel in der Bewirtschaftung von Kanalsystemen unter Beachtung des Gewässerschutzes sowie in der Anwendung von Simulationsmodellen unter Berücksichtigung hydraulischer und abwassertechnischer Berechnungsverfahren zur Optimierung von Kläranlagen.

Zu erlernen sind Simulations- und Optimierungsmodelle an großtechnischen Praxisprojekten.

Außerdem werden vertiefte Kenntnisse im Hinblick auf die Verknüpfung von Abwasserreinigung und Ökologie in Bezug auf Gewässer und Böden vermittelt.

Durch dieses Modul werden die Studierenden eingeführt in das Verständnis, die Gesamtzusammenhänge der Siedlungswasserwirtschaft in Abhängigkeit zum Umweltschutz zu verstehen. Außerdem werden sie befähigt, mit den daraus resultierenden ökonomischen Antworten Verantwortung in Führungspositionen zu übernehmen.

### **3. Lehrform**

Der Stoff wird in Seminaren mit Vorlesungsanteilen und der eigenständigen Bearbeitung von Versuchen nach wissenschaftlichen Methoden (einschl. Datenerfassung an großtechnischen Anlagen) vermittelt.

### **4. Voraussetzungen für die Teilnahme**

Hochschulabschluss Dipl.-Ing. (FH) bzw. BSc mit Grundkenntnissen in der Hydraulik, Strömungsmechanik und Wasser- und Abwasserwirtschaft. Wünschenswert sind Kenntnisse der Biologie, der Verfahrenstechnik, der Mess- und Regeltechnik und der Analytik.

### **5. Verwendbarkeit des Moduls**

Das Modul ist für alle Studierenden sinnvoll, die Führungspositionen anstreben. Dies gilt sowohl für Planungsbüros, Wasser- und Abwasserverbände, für Gemeinden, Städte, Landes- und Bundesbehörden im Bereich des Umweltschutzes.

### **6. Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten**

Leistungsnachweis ist die Erarbeitung eines Abwassermanagements am realen Beispiel mit einem abschließenden Referat.

### **7. Leistungspunkte und Noten**

Für das Modul werden 10 ECTS-Punkte vergeben. Die Notenskala richtet sich nach der geltenden Prüfungsordnung.

### **8. Häufigkeit des Angebotes von Modulen**

Das Modul wird im Jahresrhythmus angeboten.

### **9. Arbeitsaufwand**

Das Modul umfasst 6 SWS Vorlesung, das entspricht 90 Stunden. Für die Nachbereitung der Vorlesungen sowie die Datenerfassung und die Eichung der Modelle ist ein Zeitaufwand von 60 Stunden notwendig. Außerdem werden für das Selbststudium zur Vertiefung der Inhalte 60 Stunden angesetzt. Der Aufwand für die Erarbeitung des Entwurfs wird mit weiteren 90 Stunden kalkuliert.

Der gesamte Arbeitsaufwand beträgt damit 300 Stunden.

### **10. Dauer des Moduls**

Das Modul erstreckt sich über ein Semester.

# 1. Modul M3: Prozessführung

Lehrende(r): Prof. Dr.-Ing. Volker C. Hass

## 2. Inhalte und Qualifikationsziele des Moduls

Das Masterprogramm „Umwelttechnik“ wird mit dem Schwerpunkt „Optimierung umwelttechnischer Systeme und Kreislaufprozesse“ angeboten. Innerhalb dieses Schwerpunkts behandelt das Modul „Prozessführung“ die Teilgebiete der mathematischen Optimierung und dynamischen, d.h. zeitlich variablen, Prozessführung.

Umwelttechnische Prozesse und Produktionsverfahren verlaufen häufig nicht stationär, sondern zeigen ein ausgeprägtes dynamisches, d.h. zeitlich veränderliches Verhalten. Ursachen hierfür sind, neben dem klassischen Satz-Betrieb, den Anfahr- und Abfahrprozessen, z.B. unvermeidbare veränderliche Umweltbedingungen, veränderte Eduktzusammensetzungen oder variable Optimierungsziele. Um Prozesse unter umwelttechnischen Gesichtspunkten optimal führen zu können, sind umfassende Kenntnisse der Methoden zur Beschreibung des dynamischen Prozessverhaltens, der Prozesssimulation und –optimierung sowie der Prozessautomation und -leittechnik erforderlich. Aufbauend auf Grundkenntnissen zur Mess- und Regelungstechnik, Kenntnissen zu verfahrenstechnischen Grundoperationen sowie wichtiger umwelttechnischer Prozesse werden die nachfolgend genannten Lehrinhalte umfassend vermittelt. Besonderes wissenschaftliches Qualifikationsmerkmal der Studierenden wird sein, dass sie in der Lage sind, neue Optimierungs-, Regelungs- und Automatisierungskonzepte, die überwiegend an Problemen der Luft- und Raumfahrt sowie dem klassischen Chemieingenieurwesen oder der Biotechnologie entwickelt werden, auf umwelttechnisch

Das Modul „Prozessführung“ gliedert sich in zwei Teilmodule:

- I. Mathematische Modellierung, Prozesssimulation und -optimierung
- II. Automation

Ziel der Teilmodule ist es, den Studierenden anhand von Beispielen aus der Umwelttechnik allgemeingültige Methoden und Werkzeuge zur Prozessführung und –optimierung zur Verfügung zu stellen. Die Studierenden lernen, diese Werkzeuge als Instrumente ingenieurwissenschaftlichen Handelns einzusetzen.

Im Einzelnen besitzen die Teilmodule folgende Ausrichtung:

### 2.1 Mathematische Modellierung, Prozesssimulation und -optimierung

(5 ECTS-Punkte, 3 SWS, 150 Std. Gesamt-Arbeitszeit)

Eine wichtige Basis zur Optimierung und der effizienten Automation umwelttechnischer Prozesse stellen mathematische Modelle dar. Zur Beschreibung umwelttechnischer Prozesse werden entsprechend der Zielsetzung der Modellbildung unterschiedlich komplexe Modelle formuliert. Entsprechend der mathematischen Struktur der Modelle werden unterschiedliche mathematische Methoden zur Lösung der Modelle eingesetzt. Zielsetzung des Moduls ist es, die Vorgehensweise und Instrumente bei der Modellierung umwelttechnischer Prozesse zu vermitteln. Im Rahmen des Moduls werden z.B. folgende Modelltypen behandelt:

Bilanzierung von Gesamt- und Teilprozessen der Abfallwirtschaft und Biotechnologie

Dynamische (zeitkontinuierliche) und stationäre Modellierung von Systemen mit Speichern und Rückführungen

Dynamische und stationäre Zustandsmodelle

von z.B. Biogasanlagen, Fermentationsprozessen, Rektifikation, Kläranlagen

Quantitativ deskriptive Modelle ohne bzw. mit begrenztem mechanistischem Erklärungscharakter (Polynome, Splines, Kriteriengleichungen)

Besonderer Schwerpunkt der Ausbildung ist dabei das systematische Vorgehen bei der Modellbildung und –verifikation am realen Prozess und ggf. die Bewertung der vorliegenden Messergebnisse mit mathematischen Methoden. Die Studierenden sollen befähigt werden, für eine bestimmte Aufgabe den geeigneten Modelltyp auszuwählen und die Modellbildung unter Verwendung entsprechender Software zur Lösung der Modelle durchzuführen.

Nachdem im ersten Teil die Simulation und Modellbildung umwelttechnischer Prozesse im Vordergrund stand, wird im zweiten Teil die Optimierung auf wissenschaftlicher Basis behandelt. Ziel ist es, die Studierenden zu befähigen, eine Optimierungsaufgabe (mathematisch) zu formulieren und mit wissenschaftlichen Methoden systematisch zu lösen.

Folgende Themen stehen im Vordergrund:

Organisation von Optimierungsproblemen

Modellanpassung an Daten

Formulierung von Zielfunktionen

Optimierungstheorie – Eindimensionale und Mehrdimensionale Suchstrategien

Experimentelle Optimierung (statistische Versuchsplanung)

Lineare und Nichtlineare Programmierung (mit Randbedingungen)

Die genaue Themenauswahl wird sich vor allem auch an den aktuell bearbeiteten Forschungs- und Entwicklungsvorhaben orientieren. Zentrales Ziel ist es, die Studierenden zu befähigen, sich in Optimierungsstrategien und zugehörige Werkzeuge zielgerichtet einzuarbeiten um diese dann problemorientiert einzusetzen.

### 2.2 Prozessführung und -automation

(5 ECTS-Punkte, 3 SWS, 150 Std. Gesamt-Arbeitszeit)

Moderne Prozessführungs- und –automationsstrategien bedienen sich zunehmend der Online-Simulation und der Online-Automation. Um solche Strategien effizient umsetzen und für umwelttechnische Problemstellungen entwickeln zu können sind fundierte Kenntnisse der Prozessautomation und –regelung notwendig. Im zweiten Teilmodul sind daher folgende Inhalte vorgesehen:

Strukturierung und Dimensionierung von Regelungen  
Entwurf von komplexen Steuerungen  
Adaptive Regelungs- und Prozessführung  
Prozessautomatisierungsstrukturen  
Informationsaufnahme und –übertragung  
Projektierung und Bewertung von Automatisierungssystemen.

### **3. Lehrformen**

Das Modul soll als Vorlesung mit ergänzenden Seminaranteilen und anteiliger Projektbearbeitung (einschließlich experimentell-praktischer Untersuchungen z.B. bei der Modellbildung oder dem Reglerentwurf) durchgeführt werden. Gemäß dem Prinzip des „forschenden Lernens“ wird von den Studierenden hierbei ein in hohem Maße eigenständiges Problemlösungsverhalten gefordert und gefördert. Das Modul wird in deutscher oder englischer Sprache abgehalten werden.

### **4. Voraussetzungen für die Teilnahme**

Voraussetzung für die Teilnahme ist ein qualifizierter erster Hochschulabschluss (s. Zugangsvoraussetzungen zum Master-Studium). Fachlich sind mindestens gute Kenntnisse in den Fächern Mathematik, Mess- und Regelungstechnik sowie (Bio-) und/oder Umweltverfahrenstechnik erforderlich. Die Studierenden müssen der Lehrveranstaltung auch sprachlich folgen können.

### **5. Verwendbarkeit des Moduls für verschiedene Studiengänge**

Das Modul „Prozessführung“ richtet sich vorrangig an Studierende des ISU-Masterprogramms. Das Modul eignet sich darüber hinaus auch als Modul in einem Masterprogramm der Chemietechnik, Biotechnik oder dem Maschinenbau (Energietechnik). Das Modul als Ganzes oder eines der Teilmodule kann außerdem auch für Studierende anderer Umwelt- oder Biotechnik- orientierter Studiengänge fachlich förderlich sein.

### **6. Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten:**

In dem Modul sollen in jedem Teilmodul folgende Leistungsnachweise erbracht werden:

- 1 Entwurf eines mathematischen Prozessmodells (unbenotet)
- 1 Projektbericht zur Prozessoptimierung (benotet)
- 1 Kolloquium zum Gesamtmodul (benotet)

Voraussetzung für die Vergabe aller Leistungspunkte ist die erfolgreiche Absolvierung aller Leistungskontrollen.

### **7. Leistungspunkte und Noten:**

Mit der erfolgreichen Absolvierung des Moduls „Prozessführung“ können innerhalb eines Studienjahres insgesamt 10 ECTS-Punkte erlangt werden. Das Modul wird als Ganzes benotet. Die Gesamtnote setzt sich dabei anteilig aus den in den Teilmodulen erzielten benoteten Teilnoten zusammen (s. Pkt. 6). In Ausnahmefällen kann die Vergabe nur eines Teils der ECTS-Punkte entsprechend der Leistungsnachweise in den Teilmodulen erfolgen.

### **8. Häufigkeit des Angebots von Modulen:**

Das Modul soll jährlich, beginnend im Sommersemester mit Teilmodul 1, angeboten werden und sich über zwei Semester erstrecken. Die Teilmodule können unabhängig voneinander und auch in umgekehrter Reihenfolge belegt werden.

### **9. Arbeitsaufwand**

Die erfolgreiche Absolvierung des Moduls erfordert im Verlaufe eines Studienjahres die Teilnahme an Lehrveranstaltungen im Umfang von 6 SWS (ca. 70 Std.). Zur Vor- und Nachbereitung müssen auf Grund der im Vergleich zum Bachelor-Studium höheren Eigenarbeitsanteile zusätzlich ca. 230 Std. veranschlagt werden. Daraus ergibt sich eine Gesamt-Arbeitszeit von ca. 300 Std./Modul bzw. 10 Std./Semesterwoche (davon 2-3 Std. Teilnahme an Lehrveranstaltungen, Rest Eigenarbeit). Ein Teil der Eigen-Arbeitszeit kann auch in der vorlesungsfreien Zeit absolviert werden (Themenvorbereitung, Literatursichtung). Bei Teilnahme an nur einem Teilmodul halbieren sich alle „Work-Load-Werte“.

### **10. Dauer des Moduls:**

Das Modul wird mit 3 SWS im WS und mit 3 SWS im Sommersemester angeboten. Die Lehrveranstaltungen finden jeweils wöchentlich über den gesamten Vorlesungszeitraum des WS bzw. SS statt. Die Teilmodule 1 und 2 werden mit dem jeweiligen Semester-Ablauf beendet.

# 1. Modul M4: Kolloid- und Grenzflächenchemie im Umweltschutz

Lehrende(r): Prof. Dr. Hans P. König

## 2. Inhalte und Qualifikationsziele des Moduls

Das ISU-Masterprogramm hat sich zum Ziel gesetzt, Methoden und Verfahren zur Optimierung umwelttechnischer Systeme und Kreislaufprozesse genauer zu betrachten, zu bewerten und weiter zu entwickeln. In dem hier angebotenen, primär auf die Phänomene der Kolloid- und Grenzflächenchemie ausgerichteten Modul soll durch Behandlung folgender Themenbereiche zum Erreichen dieses Ziels beigetragen werden:

- a) durch eine im ersten Semester mehr theoretisch ausgerichtete Ausrichtung auf die Bedeutung von Phasengrenzen und deren physikalisches und chemisches Verhalten in Luft-, Wasser- und Bodensystemen
- b) durch ein mehr anwendungsbezogene Darstellung realer produktbezogener und technischer Problematiken wird der theoretische Ansatz des ersten Semesters in Richtung Produkt- und Werkstoffoptimierung sowie deren Umweltwirkung fortgeführt

### 2.1 Environmental Interface Engineering

(3 SWS, 5 ECTS, 150h Gesamt-Arbeitszeit)

In diesem Modulteil werden die Inhalte der Kolloid- und Grenzflächenchemie vertieft und das Verstehen der theoretischen Inhalte als Prinzipien heterogener chemischer Reaktionen sowie erste Anwendungen in der chemischen Industrie, Umwelttechnik und Bauwesen.

Die Chemie heterogener Reaktionen an Grenzflächen und in strukturierten Phasen:

1. Physikochemische Reaktionen in heterogenen Systemen von Luft, Wasser und Boden
2. Chemische Kreisläufe in der Umwelt; z.B. Carbonat
3. Stoffliche und analytische Chemie wässriger Systeme
4. Tenside, Makro- und Mikroemulsionen und deren Anwendung
5. Grenzflächenproblematiken bei Waschprozessen, Flotationen, Fällungen und adhäsiven Prozessen
6. Charakteristik, Analytik und Abbaubarkeit von Tensiden, Makro- und Mikroemulsionen
7. Einführung in die Nanotechnologie

### 2.2 Colloid and Interface Technology

(3 SWS, 5 ECTS, 150h Gesamt-Arbeitszeit)

In diesem Modulteil folgt die Anwendung des theoretisch erarbeiteten Wissens in den Feldern Oberflächenvergütungen, Korrosion, Anstrichen, Klebstoffen und Verbundwerkstoffen aber auch die Umweltrolle von Kolloiden bei Transportphänomenen.

Produktoptimierung, Umweltwirkung und Kundenakzeptanz

1. Oberflächenbeschichtungen, Pigmente und Aerosole
2. Korrosion und Korrosionsschutz
3. Struktur und physikochemische Eigenschaften von Gelen, Suspensionen und Polymeren
4. Klebstoffe und Klebprozesse (Adhäsion)
5. Verbundwerkstoffe
6. Kolloide in wässrigen Systemen und deren Bedeutung als physikochemischer Transporteur

## 3. Lehrformen

Das Modul soll als wissenschaftliches Seminar mit Vorlesungsanteilen und mit anteiliger Projektbearbeitung (einschließlich experimentell-praktischer Untersuchungen) durchgeführt werden. Gemäß dem Prinzip des „forschenden Lernens“, wird von den Studierenden hierbei ein in hohem Maße eigenständiges Problemlösungsverhalten gefordert und gefördert. Die Modulgestaltung in englischer Sprache ist willkommen.

## 4. Voraussetzungen für die Teilnahme

Voraussetzung für die Teilnahme ist ein qualifizierter erster Hochschulabschluss (s. Zugangsvoraussetzungen zum Master-Studium). Fachlich sind solide Grundkenntnisse in den Fächern Angewandte, allgemeine und organische Chemie, Grenzflächenchemie, „Wasserchemie“, und Physik erforderlich.

## 5. Verwendbarkeit des Moduls für verschiedene Studiengänge

Das Modul Environmental Interface Engineering richtet sich primär an Studierende des ISU-Masterprogramms. Das Modul als Ganzes oder eines der Teilmodule kann außerdem auch für Studierende anderer umwelt- oder bau- oder sonst technikorientierter Studiengänge fachlich sinnvoll sein.

## 6. Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten:

In dem Modul müssen in jedem Teilmodul als Leistungsnachweise zwei Projektberichte aus dem technischen Bereich sowie aus der Umweltforschung erbracht werden.

## 7. Leistungspunkte und Noten:

Mit der erfolgreichen Absolvierung des Moduls „Kolloid- und Grenzflächenchemie im Umweltschutz“, können innerhalb eines Studienjahrs insgesamt 10 ECTS-Punkte erlangt werden. Das Modul wird als Ganzes benotet. Die Gesamtnote setzt sich dabei anteilig aus den in den Teilmodulen erzielten Teilnoten zusammen. Bei erfolgreicher Absolvierung nur eines Teilmoduls wird die Hälfte der ECTS-Punkte vergeben.

#### **8. Häufigkeit des Angebots von Modulen:**

Das Modul soll jährlich, beginnend im WS mit Teilmodul 1, angeboten werden und sich über zwei Semester erstrecken. Die Teilmodule können unabhängig voneinander und auch in umgekehrter Reihenfolge belegt werden.

#### **9. Arbeitsaufwand**

Die erfolgreiche Absolvierung des Moduls erfordert im Verlaufe eines Studienjahres die Teilnahme an Lehrveranstaltungen im Umfang von 6 SWS (ca. 90 Zeit-Std.). Zur Vor- und Nachbereitung müssen auf Grund der im Vergleich zum Bachelor-Studium höheren Eigenarbeitsanteile zusätzlich ca. 210 Std. veranschlagt werden. Daraus ergibt sich eine Gesamt-Arbeitszeit von ca. 300 Std./Modul bzw. 10 Std./Semesterwoche (davon 2-3 Std. Teilnahme an Lehrveranstaltungen, Rest Eigenarbeit). Ein Teil der Eigen-Arbeitszeit kann auch in der vorlesungsfreien Zeit absolviert werden (Themenvorbereitung, Literatursichtung). Bei Teilnahme an nur einem Teilmodul halbieren sich alle „Work-Load-Werte“.

#### **10. Dauer des Moduls:**

Das Modul wird mit 3 SWS im WS und mit 3 SWS im Sommersemester angeboten. Die Lehrveranstaltungen finden jeweils wöchentlich über den gesamten Vorlesungszeitraum des WS bzw. SS statt. Jedes Teilmodul wird mit dem Semester-Ablauf beendet.

## 1. Modul M5: Biotechnik im Umweltschutz

Lehrende(r) : Prof. Dr. rer.nat.habil. Bernd Mahro

### 2. Inhalte und Qualifikationsziele des Moduls

Das ISU-Masterprogramm hat sich zum Ziel gesetzt, Methoden und Verfahren zur Optimierung umwelttechnischer Systeme und Kreislaufprozesse genauer zu betrachten, zu bewerten und weiter zu entwickeln. In dem hier angebotenen, primär umweltmikrobiologisch und biotechnisch ausgerichteten Modul soll durch Behandlung folgender Themenbereiche zum Erreichen dieses Ziels beigetragen werden:

- durch die Untersuchung von Möglichkeiten zur Optimierung von technisch gesteuerten biologischen Konversionsprozessen in den Medien Boden und Wasser (Teilmodul 1: „Engineered Ecosystems“)
- durch die Untersuchung von Möglichkeiten zur optimierten Nutzung von Biokonversionsverfahren im produktionsintegrierten Umweltschutz und bei der Energiegewinnung (Teilmodul 2: „Biotechnik im produktionsintegrierten Umweltschutz“)

Ziel beider Modulabschnitte ist das Erlernen und die Weiterentwicklung von biotechnischen Optimierungsstrategien zur nachhaltigen Nutzung und Regeneration von Umweltmedien bzw. von wirtschaftlich genutzten Rohstoff- und Energie-Ressourcen.

Im einzelnen sind in dem Modul zur Zeit zwei Teilmodule mit folgender Ausrichtung vorgesehen.

#### 2.1 Engineered Ecosystems

(5 ECTS-Punkte, 3 SWS, 150 Std Gesamt-Arbeitszeit)

In diesem Teilmodul sollen primär Biokonversionsprozesse in offenen Anlagen bzw. in den natürlichen Medien Wasser und Boden selbst betrachtet werden. Charakteristikum dieser Matrices ist die spontane Ansiedlung natürlicher Lebensgemeinschaften und die sich daraus in eingeschränktem Maße ergebenden natürlichen Selbstreinigungs- und Konversionsprozesse. In dem Teilmodul soll untersucht werden, wie diese Prozesse durch die Steuerung der jeweiligen Biozönose-Leistungen und Reaktionsbedingungen weiter optimiert werden können. In den ersten Jahren soll der Schwerpunkt des Teilmoduls bei der Behandlung von Konversionsprozessen in dem 3-Phasensystem Wasser-Boden-Luft liegen. Daraus ergibt sich zur Zeit folgender Themen-Fahrplan

Aktuelles Schwerpunktthema im Teilmodul 1:

Boden und Grundwasser als Bioreaktor

- Definitionen und Gegenstandsbereich: Lithosphäre, Hydrosphäre, Boden
- Chemisch-physikalische Eigenschaften von Boden und Grundwasser, Mechanismen des Stofftransports, biologisch-chemische Reaktionen in Bodenmatrix und Grundwasser
- Boden und Grundwasser als Lebensraum; mikrobielle Prozesse der Stoffumwandlung; Humifizierung, Bioverfügbarkeit; Monitoring von Biokonversionsprozessen
- Biologische Verfahren der Altlasten- und Grundwassersanierung ( In-situ-Verfahren, Bewertung von Natural Attenuation-Prozessen ....)
- Untersuchung, Bewertung und Risikoabschätzung von Sickerwässern (Deponiesickerwässer, Verfahren der Regenwasserversickerung..)
- Böden als Bioreaktor zum Recycling biogener Abfälle, Möglichkeiten der Bodenreubildung
- Biologische Prozesse bei der Grund- und Trinkwasseraufbereitung
- Geomikrobiologische Verfahren: Erzlaugung, Schwermetalladsorption, ....

#### 2.2 Biotechnik als produktionsintegrierter Umweltschutz

(5 ECTS-Punkte, 3 SWS, 150 Std Gesamt-Arbeitszeit)

Technisch gesteuerte Biokonversionsprozesse mit Mikroorganismen oder Enzymen können potentiell auch produktionsintegriert einen wichtigen Beitrag zum Umweltschutz leisten (nachwachsende Biomasse als Rohstoff, umweltfreundliche Produktionsbedingungen, biologisch rezyklierbare Produkte..). Damit solche Verfahren zur Anwendung kommen, ist es jedoch notwendig, diese im Vergleich zu etablierten Verfahren auch ökonomisch konkurrenzfähig zu machen. Um zu einer tatsächlichen Umweltentlastung zu kommen, sollte der Rohstoff Biomasse darüberhinaus aber auch selbst nachhaltig erzeugt worden sein (bei den als Monokultur nachwachsenden Rohstoffen z.B. nicht immer gewährleistet). In diesem Teilmodul sollen deshalb verschiedene Strategien zur substrat- und produktspezifischen Transformation des Rohstoffs Biomasse mit Mikroorganismen genauer betrachtet und hinsichtlich ihres Optimierungspotentials und ihrer Nachhaltigkeit bewertet werden. Besonderes Augenmerk soll dabei darauf gerichtet werden, wie biogene Reststoffe bereits etablierter Produktionsprozesse (z.B. in der Lebensmittelindustrie) und marine Biomasse neu und produktiv genutzt werden können (Mikrobielles Upcycling). Daraus ergibt sich zur Zeit folgender Themen-Fahrplan

Aktuelles Schwerpunktthema im Teilmodul 2 :

Möglichkeiten zur nachhaltigen Nutzung von Biomasse als Rohstoff und Energiequelle

- Definitionen und Gegenstandsbereich: nachwachsende Rohstoffe, biogene Reststoffe; marine Biomasse; Mengen, Art der Bereitstellung, ökologische Bewertung
- Chemisch-physikalische und technische Eigenschaften verschiedener Biomasse-Rohstoffe: Inhaltsstoffe, Textur, Energieinhalt...
- Möglichkeiten der biologisch-chemischen Aufbereitung von Biomasse-Rohstoffen, Evaluation möglicher Produktlinien, Möglichkeiten der direkten Nutzung, Extraktion
- Mikrobielle Prozesse der Stoffumwandlung und Veredelung: Design von Submers- und Feststofffermentationen

- Untersuchung biologischer Verfahren zur Veredelung biogener Reststoffe der Lebensmittelindustrie oder von mariner Biomasse
- Bewertung der Einsatzmöglichkeiten von Biomasse als Energierohstoff (Methanisierung, Wasserstoffgewinnung, Verbrennung)
- Bewertung der Einsatzmöglichkeiten von Biomasse als Rohstoff zur Substitution umweltbelastender Verfahren und Produkte (z.B. biologische Verfahren bei der Papierherstellung, biologisch abbaubare Werkstoffe...)

In beiden Teilmodulen sollen über die aktuelle Schwerpunktsetzung hinaus mittelfristig auch die vertiefte Bearbeitung von anderen Themen in Betracht gezogen werden. In Frage kämen hierbei beispielsweise die Bearbeitung von Themen aus dem Bereich der Biotechnischen Behandlung von Abfall, Abwasser oder Abluft, der Umwelthygiene oder auch der Technischen Hygiene (z.B. Biofilme im betrieblichen Wasserkreislauf). Welche Schwerpunktsetzung jeweils letztlich kompetent vorgenommen werden kann, wird sich im Verlauf der Jahre im Wesentlichen aus der im Institut geleisteten Forschungsarbeit, den Kooperationsmöglichkeiten mit anderen Dozenten oder Forschungspartnern und nicht zuletzt auch den Interessen der Studierenden ergeben.

### **3. Lehrformen**

Das Modul soll als wissenschaftliches Seminar mit Vorlesungsanteilen und mit anteiliger Projektbearbeitung (ggf. einschließlich experimentell-praktischer Untersuchungen) durchgeführt werden. Gemäß dem Prinzip des „forschenden Lernens“ wird von den Studierenden hierbei ein in hohem Maße eigenständiges Problemlösungsverhalten gefordert und gefördert. Das Modul soll bei Bedarf (Teilnehmer ohne ausreichende Deutsch-Kenntnisse) in englischer Sprache abgehalten werden.

### **4. Voraussetzungen für die Teilnahme**

Voraussetzung für die Teilnahme ist ein qualifizierter erster Hochschulabschluss (s. Zugangsvoraussetzungen zum Master-Studium). Fachlich sind solide Grundkenntnisse in den Fächern Angewandte und ökologische Mikrobiologie, Umweltbiotechnik und Bioverfahrenstechnik erforderlich. Die Studierenden müssen außerdem der Lehrveranstaltung auch sprachlich folgen können.

### **5. Verwendbarkeit des Moduls für verschiedene Studiengänge**

Das Modul Biotechnik im Umweltschutz richtet sich primär an Studierende des ISU-Masterprogramms. Das Teilmodul 2 („Biotechnik als produktionsintegrierter Umweltschutz“) ist darüber hinaus auch als Modul im ISTAB-Master-Programm vorgesehen. Das Modul als Ganzes oder eines der Teilmodule kann außerdem auch für Studierende anderer Umwelt- oder Biotechnik-orientierter Studiengänge fachlich förderlich sein.

### **6. Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten:**

In dem Modul sollen in jedem Teilmodul folgende Leistungsnachweise erbracht werden:

- 1 Projektbericht zum Thema „Boden und Grundwasser als Bioreaktor“ (benotet)
- 1 Projektbericht zum Thema „Möglichkeiten zur nachhaltigen Nutzung von Biomasse als Rohstoff und Energiequelle“ (benotet)

Voraussetzung für die Vergabe aller Leistungspunkte ist die erfolgreiche Absolvierung aller Leistungskontrollen.

### **7. Leistungspunkte und Noten:**

Mit der erfolgreichen Absolvierung des Moduls „Biotechnik im Umweltschutz“ können innerhalb eines Studienjahres insgesamt 10 ECTS-Punkte erlangt werden. Das Modul wird als Ganzes benotet. Die Gesamtnote setzt sich dabei anteilig aus den in den Teilmodulen erzielten Teilnoten zusammen (s. Pkt. 6). Bei erfolgreicher Absolvierung nur eines Teilmoduls wird die Hälfte der ECTS-Punkte vergeben.

### **8. Häufigkeit des Angebots von Modulen:**

Das Modul soll jährlich, beginnend im WS mit Teilmodul 1, angeboten werden und sich über zwei Semester erstrecken. Die Teilmodule können unabhängig voneinander und auch in umgekehrter Reihenfolge belegt werden.

### **9. Arbeitsaufwand**

Die erfolgreiche Absolvierung des Moduls erfordert im Verlaufe eines Studienjahres die Teilnahme an Lehrveranstaltungen im Umfang von 6 SWS (ca. 70 Zeit-Std.). Zur Vor- und Nachbereitung müssen auf Grund der im Vergleich zum Bachelor-Studium höheren Eigenarbeitsanteile zusätzlich ca. 230 Std. veranschlagt werden. Daraus ergibt sich eine Gesamt-Arbeitszeit von ca. 300 Std./Modul bzw. 10 Std./Semesterwoche (davon 2-3 Std. Teilnahme an Lehrveranstaltungen, Rest Eigenarbeit). Ein Teil der Eigen-Arbeitszeit kann auch in der vorlesungsfreien Zeit absolviert werden (Themenvorbereitung, Literatursichtung). Bei Teilnahme an nur einem Teilmodul halbieren sich alle „Work-Load-Werte“.

### **10. Dauer des Moduls:**

Das Modul wird mit 3 SWS im WS und mit 3 SWS im Sommersemester angeboten. Die Lehrveranstaltungen finden jeweils wöchentlich über den gesamten Vorlesungszeitraum des WS bzw. SS statt. Jedes Teilmodul wird mit dem Semester-Ablauf beendet. Nach zwei Semestern ist das gesamte Modul zu Ende.

## **1. Modul M6: Mathematik M**

Lehrende(r): Prof. Rauscher

### **2. Inhalte und Qualifikationsziele**

Kenntnisse der höheren Mathematik gehören zum erforderlichen Wissen jedes wissenschaftlich gebildeten Bau- und Umweltingenieurs. Mit diesem Modul wird eine vertiefte, wissenschaftlich fundierte Kompetenz im Bereich der höheren Mathematik vermittelt.

Die Studierenden lernen komplexe Zusammenhänge der höheren Mathematik kennen und analysieren sowie die in den Ingenieurwissenschaften verwendeten Methoden der Mathematik kennen und anwenden.

Die Studierenden erweitern ihre wissenschaftlich-analytischen Fähigkeiten für Ingenieurprobleme durch mathematische Abstraktion. Sie erlernen fachgrenzenüberschreitend Methoden der theoretischen Modellbildung. Sie erkennen Grenzen der Modellierung und Folgen von Modellfehlern und erwerben vertiefte Kritikfähigkeit.

Sie fügen ihre erweiterten Kenntnisse der höheren Mathematik in den Gesamtzusammenhang ihres Wissens über ingenieurwissenschaftliche Methoden ein.

Im Einzelnen werden in diesem Modul folgende Gebiete behandelt:

- Differenzialgleichungen
- Vektoranalysis
- Statistik und Wahrscheinlichkeitsrechnung
- Variationsrechnung
- Lineare Optimierung
- Matrizen- und Tensorrechnung

### **3. Lehrform**

Der Stoff wird in seminaristischen Vorlesungen und betreuten Übungsveranstaltungen vermittelt. Jeder Studierende hält einen Seminarvortrag über ein abgegrenztes Teilgebiet.

Einen großen Anteil nimmt die eigenständige wissenschaftliche Erarbeitung von Problemlösungen sowie die selbständige Erweiterung des vorhandenen Wissens ein.

### **4. Voraussetzungen für die Teilnahme**

Für dieses Modul sind die mathematischen Kenntnisse der Module „Mathematisch-physikalische Grundlagen“ und „Mathematisch-messtechnische Grundlagen“ aus dem ISU-Bachelorstudium notwendig.

### **5. Verwendbarkeit des Moduls**

Das Modul ist ein Pflichtmodul für Studierende des Master-Studienganges Umwelttechnik.

### **6. Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten**

Die Studenten müssen ihre erworbenen Kenntnisse und Kompetenzen durch einen Seminarvortrag und durch das Bestehen einer Klausur nachweisen.

### **7. Leistungspunkte und Noten**

Für das Modul werden 4 Leistungspunkte (ECTS) vergeben, die Benotung richtet sich nach der geltenden Prüfungsordnung.

### **8. Häufigkeit des Angebots von Modulen**

Das Modul wird halbjährlich angeboten.

### **9. Arbeitsaufwand**

Das Modul umfasst 4 SWS Vorlesung, entsprechend 60 Stunden Arbeitsaufwand. Für die Erarbeitung des Seminarvortrags werden 15 Stunden angesetzt. Das Selbststudium mit 45 Stunden vervollständigen den Aufwand für das Modul.

Insgesamt ergeben sich 120 Stunden Arbeitsaufwand für dieses Modul.

### **10. Dauer des Moduls**

Das Modul erstreckt sich über ein Semester.

## **1. Modul M7: Wissenschaftliches Arbeiten M**

Lehrende(r): Alle Professoren des ISU-Studiengangs

### **2. Inhalte und Qualifikationsziele**

Kern des Moduls sind die nichtfachlichen Aspekte wissenschaftlichen Arbeitens, die je nach Fachgebiet des Lehrenden unterschiedlich betrachtet werden können. Wesentliche Inhalte sind wissenschaftliche Methodik sowie Wissenschafts- und Ingenieurethik. Dazu gehören die Planung wissenschaftlicher Arbeit, die Vorbereitung von Experimenten, die Durchführung, Dokumentation und Auswertung, die Abstraktion von Ergebnissen, die Zuverlässigkeitsbetrachtung und die Fehlerrechnung. Die Ausarbeitung und Gestaltung von wissenschaftlichen Vorträgen und Veröffentlichungen ist ebenfalls Gegenstand.

Die Studierenden erweitern ihre analytischen Fähigkeiten für Ingenieurprobleme unter Berücksichtigung der Grundsätze wissenschaftlich-analytischen Arbeitens.

Die Studierenden lernen im Einzelnen:

- Ihr Wissen und ihre Fähigkeiten auf ein wissenschaftliches Problem anzuwenden,
- Wissenschaftlich begründete Ansätze in Ingenieurprobleme einzubringen,
- Prozessoptimierungen als eine Strategie iterativer Schritte von Problemdefinition, Strukturbildung, Hypothesenaufbau, Implementierung, experimentelle und/oder analytische Überprüfung bis zur Adaptation zu begreifen und selbständig anzuwenden,
- Ihre eigenen Lernstrategien zu hinterfragen und zu optimieren.

### **3. Lehrform**

Der Stoff wird in kleinen mit maximal 6 Studenten besetzten Seminaren vermittelt. Jeder Studierende hält einen Seminarvortrag über ein abgegrenztes Teilgebiet.

Einen großen Anteil nimmt die eigenständige wissenschaftliche Erarbeitung von Inhalten sowie die selbständige Erweiterung des vorhandenen Wissens ein.

Diese Veranstaltung soll den Studierenden ein Forum geben, in dem sie ihre unterschiedlich stark ausgeprägten analytischen Fähigkeiten individuell ausbauen lernen. Die Veranstaltung will die Studierenden dabei unterstützen, eigene Wege zu finden, sich analytische Denkformen zu erschließen. Außerdem wird Studierenden und Doktorandinnen und Doktoranden ein Forum gegeben, über ihre aktuellen Forschungsergebnisse zu berichten und wissenschaftlich zu diskutieren.

### **4. Voraussetzungen für die Teilnahme**

Für dieses Modul sind die Kenntnisse des Studienganges Umwelttechnik oder fachlich gleichwertiger Studiengänge bis zum Abschluss BSc oder Dipl.-Ing. (FH) notwendig.

### **5. Verwendbarkeit des Moduls**

Das Modul ist Pflichtmodul für Studierende des Master-Studienganges Umwelttechnik.

### **6. Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten**

Die Studierenden müssen ihre erworbenen Kenntnisse und Kompetenzen durch einen Seminarvortrag nachweisen.

### **7. Leistungspunkte und Noten**

Für das Modul werden 6 Leistungspunkte (ECTS) vergeben, die Benotung richtet sich nach der geltenden Prüfungsordnung.

### **8. Häufigkeit des Angebots von Modulen**

Das Modul wird halbjährlich angeboten.

### **9. Arbeitsaufwand**

Das Modul umfasst 2 SWS Seminararbeit, entsprechend 30 Stunden Arbeitsaufwand. Die Vor- und Nachbereitung der Seminare bedeuten weitere 30 Stunden Aufwand. Für die Erarbeitung des Seminarvortrags werden 60 Stunden angesetzt. Das Selbststudium mit 60 Stunden vervollständigt den Aufwand für das Modul. Insgesamt ergeben sich 180 Stunden Arbeitsaufwand für dieses Modul.

### **10. Dauer des Moduls**

Das Modul erstreckt sich über ein Semester.