



TU Clausthal

**Modulhandbuch**  
**des Masterstudiengangs**  
***Umweltverfahrenstechnik und Recycling***

basierend auf den Ausführungsbestimmungen vom 16.01.2024

zuletzt geändert am 16.01.2024

Stand: 20.02.2024

# Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis.....	3
<b>Pflichtmodule</b> .....	4
Abfallarten und Recyclingsysteme .....	5
Abschlussarbeit .....	8
Behandlungsverfahren in der kommunalen und industriellen Abwassertechnik .....	10
Laborpraktika .....	13
Nachhaltigkeitsmanagement.....	16
Stoffspezifische Verwertungstechnologien .....	19
Studienarbeit.....	22
Thermische Behandlung von Rest- und Abfallstoffen (+).....	24
<b>Wahlpflichtmodule</b> .....	27
Analytik und Bewertung.....	28
Anlagenplanung und Logistik .....	32
Anthropogene Lager und Altlasten.....	35
Baurohstoffe und Baustoffe .....	38
Bioprozesstechnik.....	41
Computergestützte Thermodynamik für die Material- und Prozessentwicklung .....	44
Grundlagen der Elektrochemie.....	47
Grundstoffindustrie und Energiewende .....	50
Hydrometallurgy .....	53
Industrieminerale und Schlackenverwertung .....	56
Kunststoffverarbeitung I .....	59
Life Cycle Assessment.....	62
Metallurgische Verfahrenstechnik.....	65
Mineralogische Grundlagen für das Recycling.....	70
Polymer Thermodynamik .....	73
Polymerwerkstoffe I.....	75
Prozessmodellierung .....	78
Umwelt- und Recyclingrecht .....	82
Verfahrenstechnik der Wasser- und Abwasseraufbereitung .....	86

# Abkürzungsverzeichnis

B.Sc.	Bachelor of Science
BA	Bachelorarbeit
E	Exkursion
h	Stunden
LN	Leistungsnachweis
LP	Leistungspunkte gemäß European Credit Transfer System
LV	Lehrveranstaltung
M.Sc.	Master of Science
MA	Masterarbeit
MP	Modulprüfung
MTP	Modulteilprüfung
P	Praktikum
PV	Prüfungsvorleistung
S	Seminar
SS	Sommersemester
SWS	Semesterwochenstunden
T	Tutorium
Ü	Übung
V	Vorlesung
WS	Wintersemester

# **Pflichtmodule**

<b>1a. Modultitel (deutsch)</b> Abfallarten und Recyclingsysteme	<b>1b. Modultitel (englisch)</b> Waste Types and Recycling Systems
---	---

**2. Verwendbarkeit des Moduls in Studiengängen**  
 M.Sc. Umweltverfahrenstechnik und Recycling, M.Sc. Wirtschaftsingenieurwesen

<b>3. Modulverantwortliche(r)</b> Prof. Dr.-Ing Daniel Goldmann		<b>4. Zuständige Fakultät</b> Fakultät für Energie- und Wirtschaftswissenschaften	<b>5. Modulnummer</b>
<b>6. Sprache</b> Deutsch	<b>7. LP</b> 6	<b>8. Dauer</b> [ ] 1 Semester [X] 2 Semester	<b>9. Angebot</b> [ ] jedes Semester [X] jedes Studienjahr [ ] unregelmäßig

**10. Lern-/Qualifikationsziele des Moduls**

Die Studierenden können die aktuellen rechtlichen Anforderungen und die technischen Möglichkeiten zum Umgang mit regulierten Abfallströmen und gefährlichen Abfällen sowie Massenabfällen aus den Segmenten Siedlungsabfälle/Siedlungsabfall-ähnliche Abfälle, Bauschutt, Produktionsrückstände und Bergematerial wiedergeben. Die Studierenden besitzen einen aktuellen Überblick über Marktstrukturen und Potentiale zur Rückgewinnung wertvoller Sekundärrohstoffe aus den wichtigsten komplexen Abfallströmen sowie von Massenstoffströmen. Sie können die einschlägigen Quellen und Akteure wiedergeben und auf dieser Basis ihr Wissen stetig entwickeln. Die Studierenden sind in der Lage, Verwertungsstrukturen und -technologien zur Gewinnung von Sekundärrohstoffen aus Abfallströmen unter Berücksichtigung technischer, ökonomischer, ökologischer und rechtlicher Aspekte zu entwerfen. Durch das Modul entwickeln die Studierenden überwiegend Fach- und Methodenkompetenz, aber auch Systemkompetenz.

*The students can describe the current legal requirements and the technical possibilities for dealing with regulated waste streams and hazardous waste as well as bulk waste from the segments of municipal waste/waste-like waste, construction rubble, production residues and tailings. The students have a current overview of market structures and potential for recovering valuable secondary raw materials from the most important complex waste streams as well as mass material flows. They can reproduce the relevant sources and actors and continually develop their knowledge on this basis. The students are able to design recycling structures and technologies for the extraction of secondary raw materials from waste streams, taking technical, economic, ecological and legal aspects into account. Through the module, students primarily develop specialist and methodological skills, but also system skills.*

<b>Lehrveranstaltungen</b>						
<b>11. Nr.</b>	<b>12. Lehrveranstaltungstitel (deutsch/englisch)</b>	<b>13. Dozent(in)</b>	<b>14. LV-Nr.</b>	<b>15. LV-Art</b>	<b>16. SWS</b>	<b>17. Arbeitsaufwand Präsenz-/Eigenstudium</b>

<b>1</b>	Recycling besonders werthaltiger und gefährlicher Abfälle	Prof. Goldmann	S 6215	V	2	28 h / 62 h
<b>2</b>	Recycling von Massenabfällen	Prof. Goldmann	S 6207	V	2	28 h / 62 h
<b>Summe:</b>					4	56 h / 124 h

### Zu Nr. 1:

<b>18a. Empf. Voraussetzungen</b>	„Grundlagen der Abfallaufbereitung“ (alternativ Aufbereitung I und II) und „Recycling I“
<b>19a. Inhalte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rechtliche Regelungen für gefährliche Abfälle und regulierte Abfallströme</li> <li>• Umwelt- und Ressourcenaspekte für gefährliche Abfälle und regulierte Abfallströme</li> <li>• Altfahrzeugrecycling und Rückgewinnung von Fe, Al, Zn u.a.</li> <li>• Recycling von Elektroaltgeräten und Rückgewinnung von Cu, Au, Ag, Pd u.a.</li> <li>• Recycling von Batterien und Rückgewinnung von Pb, Ni, Co, Li, u.a.</li> <li>• Recycling von Leuchtstofflampen und Photovoltaik-Modulen sowie Rückgewinnung von SE-Elementen, Cd, Te u.a.</li> </ul>
<b>20a. Medienformen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Moodle-basiertes blended learning Konzept mit Foliensets, Lehrvideos, Literaturhinweisen, themenspezifischen Fragenkatalogen zur Wiederholung, Chatroom zum Austausch und Diskussionsrunden in Präsenz. Ergänzend zur freiwilligen Teilnahme werden Exkursionen angeboten</li> </ul>
<b>21a. Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Skripte</li> <li>• H. Martens, D. Goldmann : Recyclingtechnik ,2 Auflage, Springer-Vieweg-Verlag, Berlin, 2016</li> <li>• B. Bilitewski, G. Härdtle: Abfallwirtschaft, 4. Auflage, Springer-Vieweg-Verlag, Berlin, 2013</li> </ul>
<b>22a. Sonstiges</b>	...

### Zu Nr. 2:

<b>18b. Empf. Voraussetzungen</b>	„Grundlagen der Abfallaufbereitung“ (alternativ Aufbereitung I und II) und „Recycling I“ „Recycling II“
<b>19b. Inhalte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rechtliche Regelungen zum Umgang mit Massenabfällen</li> <li>• Aufbereitung von Bergbaulichen Rückständen</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Produktionsrückstände aus metallurgischen und metallverarbeitenden Prozessen</li> <li>• Aufbereitung von Abfällen aus der Halbzeug- und Produktherstellung</li> <li>• Bauschutttaufbereitung</li> <li>• Kunststoff-Recycling aus dem Verpackungssektor</li> <li>• Kompostierbare Abfälle und Kompostierung</li> <li>• Hausmüllbehandlung durch MBA, MBS und MPV Klärschlammbehandlung</li> <li>• Aufbereitung und Verwertung von Rückständen aus thermischen Prozessen</li> </ul>
<b>20b. Medienformen</b>	Tafel, Powerpoint, Anschauungsmaterial, Exkursionen
<b>21b. Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Skripte</li> <li>• H. Martens, D. Goldmann : Recyclingtechnik ,2 Auflage, Springer-Vieweg-Verlag, Berlin, 2016</li> <li>• B. Bilitewski, G. Härdtle: Abfallwirtschaft, 4. Auflage, Springer-Vieweg-Verlag, Berlin, 2013</li> </ul>
<b>22b. Sonstiges</b>	...

<b>Studien-/Prüfungsleistung</b>					
<b>23. Nr.</b>	<b>24. Zugeordnete Lehrveranstaltung</b>	<b>25. P.-Typ</b>	<b>26. LP</b>	<b>27. Benotung</b>	<b>28. Anteil an der Modulnote</b>
<b>1</b>	Recycling besonders werthaltiger und gefährlicher Abfälle	MP	3	benotet	100 %
<b>2</b>	Recycling von Massenabfällen		3		
<b>29a. Prüfungsform / Voraussetzung für die Vergabe von LP</b>		Klausur (180 Minuten) oder bei Teilnehmerzahl < 5 mündliche Prüfung (60 Minuten)			
<b>30a. Verantwortliche(r) Prüfer(in)</b>		Prof. Goldmann			
<b>31a. Verbindliche Prüfungsvorleistungen</b>		Keine			

<b>1a. Modultitel (deutsch)</b> Abschlussarbeit	<b>1b. Modultitel (englisch)</b> Masterthesis
--	--

<b>2. Verwendbarkeit des Moduls in Studiengängen</b>			
M.Sc. Umweltverfahrenstechnik und Recycling			
<b>3. Modulverantwortliche(r)</b> Prof. Dr.-Ing. Daniel Goldmann		<b>4. Zuständige Fakultät</b> Fakultät für Energie- und Wirtschaftswissenschaften	
<b>6. Sprache</b> Deutsch		<b>7. LP</b> 30	
<b>8. Dauer</b> [X] 1 Semester [ ] 2 Semester		<b>9. Angebot</b> [X] jedes Semester [ ] jedes Studienjahr [ ] unregelmäßig	
<b>10. Lern-/Qualifikationsziele des Moduls</b>			
<p>Die Master-Abschlussarbeit soll zeigen, dass die oder der Studierende in der Lage ist, innerhalb einer vorgegebenen Frist eine wissenschaftliche Fragestellung gehobener Schwierigkeit aus ihrem oder seinem Schwerpunkt zu lösen, geeignete Modelle und Methoden zu dieser Lösung zu identifizieren, prüfen sowie zu beurteilen und anzuwenden. Zusätzlich können die Studierenden die Ergebnisse bewerten und in angemessener Form schriftlich verfassen.</p> <p><i>The master's thesis is intended to show that the student is able to solve a scientific problem of high difficulty from his or her focus within a given period of time, and to identify, test, evaluate and apply suitable models and methods for this solution. In addition, students can evaluate the results and write them down in an appropriate form.</i></p>			

<b>Lehrveranstaltungen</b>						
<b>11. Nr.</b>	<b>12. Lehrveranstaltungstitel (deutsch/englisch)</b>	<b>13. Dozent(in)</b>	<b>14. LV-Nr.</b>	<b>15. LV-Art</b>	<b>16. SWS</b>	<b>17. Arbeitsaufwand Präsenz-/Eigenstudium</b>
1	Masterarbeit + Kolloquium	Prof. Goldmann		Ab	20	6 Monate
<b>Summe:</b>					20	6 Monate
<b>Zu Nr. 1:</b>						
<b>18a. Empf. Voraussetzungen</b>		Nachweis von mindestens 72 LP, in jedem Fall Abschluss von „Laborpraktikum“ und „Studienarbeit“				
<b>19a. Inhalte</b>		Themenstellung aus dem von den Studierenden gewählten Schwerpunktbereich				
<b>20a. Medienformen</b>		...				
<b>21a. Literatur</b>		Abhängig vom jeweiligen Themengebiet der Arbeit				

<b>22a. Sonstiges</b>	...
-----------------------	-----

<b>Studien-/Prüfungsleistung</b>					
23. Nr.	24. Zugeordnete Lehrveranstaltung	25. P.-Typ	26. LP	27. Benotung	28. Anteil an der Modulnote
1	Masterarbeit + Kolloquium	MP	30	benotet	100 %
<b>29a. Prüfungsform / Voraussetzung für die Vergabe von LP</b>		Schriftlich, selbstständig angefertigte Abschlussarbeit, Präsentation der Ergebnisse in Seminarformat, Bewertung 80 % schriftliche Arbeit, 20 % Präsentation mit Diskussion			
<b>30a. Verantwortliche(r) Prüfer(in)</b>		Prüfender aus der Hochschullehrergruppe eines der in § 16 AFB gelisteten Institute			
<b>31a. Verbindliche Prüfungsvorleistungen</b>		Nachweis von mindestens 72 LP, in jedem Fall Abschluss von „Laborpraktikum“ und „Studienarbeit“			

<b>1a. Modultitel (deutsch)</b> Behandlungsverfahren in der kommunalen und industriellen Abwassertechnik	<b>1b. Modultitel (englisch)</b> Treatment Processes in Municipal and Industrial Waste Water Technology
---	--

**2. Verwendbarkeit des Moduls in Studiengängen**  
 M.Sc. Umweltverfahrenstechnik und Recycling, M.Sc. Geoenvironmental Engineering (Geoumwelttechnik)

<b>3. Modulverantwortliche(r)</b> Prof. Dr.-Ing. Michael Sievers		<b>4. Zuständige Fakultät</b> Fakultät für Energie- und Wirtschaftswissenschaften	<b>5. Modulnummer</b>
<b>6. Sprache</b> Deutsch	<b>7. LP</b> 4	<b>8. Dauer</b> [X] 1 Semester [ ] 2 Semester	<b>9. Angebot</b> [ ] jedes Semester [X] jedes Studienjahr [ ] unregelmäßig

**10. Lern-/Qualifikationsziele des Moduls**

Die Studierenden können die grundlegenden Behandlungsverfahren in der kommunalen und industriellen Abwassertechnik wiedergeben und sind in der Lage, verschiedene Verfahrenstechniken im Hinblick auf die Zielsetzung der Abwasser- und Klärschlammbehandlung zu bewerten sowie komplexe Abläufe in der biologischen Abwasserreinigung auf Basis der Modellvorstellungen zu beschreiben. Sie können Verfahrenstechniken im industriellen Abwassermanagement beschreiben und im Hinblick auf zukünftige Anforderungen (Circular Economy) einordnen.

*The students can describe the basic treatment processes in municipal and industrial wastewater technology and are able to evaluate various process technologies with regard to the objectives of wastewater and sewage sludge treatment and to describe complex processes in biological wastewater treatment based on the model concepts. They can describe process technologies in industrial wastewater management and classify them with regard to future requirements (circular economy).*

<b>Lehrveranstaltungen</b>						
<b>11. Nr.</b>	<b>12. Lehrveranstaltungstitel (deutsch/englisch)</b>	<b>13. Dozent(in)</b>	<b>14. LV-Nr.</b>	<b>15. LV-Art</b>	<b>16. SWS</b>	<b>17. Arbeitsaufwand Präsenz-/Eigenstudium</b>
1	Behandlungsverfahren in der kommunalen und industriellen Abwassertechnik (bisher Abwassertechnik II)	Prof. Sievers	S 6214	2V	2	28 h / 92 h
<b>Summe:</b>					2	28 h / 92 h

<b>Zu Nr. 1:</b>	
<b>18b. Empf. Voraussetzungen</b>	Einführung in die Abwassertechnik (Abwassertechnik I)
<b>19b. Inhalte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bilanzierung von Kläranlagen und Kläranlagenprozessen</li> <li>• Bioprozesstechnik (Substratkinetik, limitierende Stofftransportschritte, Bioreaktortechnik Verweilzeitverhalten, Modellierung der Prozesskinetik)</li> <li>• Bemessung des kommunalen Belebtschlammverfahrens nach DWA 131 (statisch)</li> <li>• Modellierung der biologischen Abwasserbehandlung, dynamisch (Fraktionierung der Abwasserinhaltsstoffe, Modellvorstellung activated sludge model No 1, Zusammenhänge Stoffgruppen und Prozesse)</li> <li>• Verfahren und Anlagen/Maschinen zur Klärschlammbehandlung (Eindickung, Entwässerung, Flockung, aerobe und anaerobe (Teil)-Stabilisierung)</li> <li>• Trends und Perspektiven der industriellen Abwassertechnik</li> <li>• Verfahren und Anlagen/Maschinen zur Abwasserbehandlung: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Membranverfahren (Grundbegriffe, Systematik, Strukturen, Modulkonstruktionen, Modulschaltungen, Fouling, Mikro- /Ultrafiltration, Nanofiltration, Kombination mit Biologie)</li> <li>○ Ionenaustausch, Adsorption (Aktivkohle), Fällung, Ozonung (Oxidation)</li> </ul> </li> </ul>
<b>20b. Medienformen</b>	Tafel, Powerpoint, Anschauungsmaterial, Übung, Experimentalübung
<b>21b. Literatur</b>	Skripte
<b>22b. Sonstiges</b>	...

<b>Studien-/Prüfungsleistung</b>					
<b>23. Nr.</b>	<b>24. Zugeordnete Lehrveranstaltungen</b>	<b>25. P.-Typ</b>	<b>26. LP</b>	<b>27. Benotung</b>	<b>28. Anteil an der Modulnote</b>
<b>2</b>	Behandlungsverfahren in der kommunalen und industriellen Abwassertechnik	MP	4	benotet	100 %

<b>Zu Nr. 1:</b>	
<b>29b. Prüfungsform / Voraussetzung für die Vergabe von LP</b>	Mündliche Prüfung (30 Minuten) oder Klausur (90 Minuten) ab einer Teilnehmerzahl > 40 Personen
<b>30b. Verantwortliche(r) Prüfer(in)</b>	Prof. Sievers

<b>31b. Verbindliche Prüfungsvorleistungen</b>	Keine
--	-------

<b>1a. Modultitel (deutsch)</b> Laborpraktika	<b>1b. Modultitel (englisch)</b> Practical Laboratory Course
--	---

<b>2. Verwendbarkeit des Moduls in Studiengängen</b>			
M.Sc. Umweltverfahrenstechnik und Recycling			
<b>3. Modulverantwortliche(r)</b> Dr.-Ing. Andrea Haas		<b>4. Zuständige Fakultät</b> Fakultät für Energie- und Wirtschaftswissenschaften	
<b>6. Sprache</b> Deutsch		<b>7. LP</b> 10	
<b>8. Dauer</b> [ ] 1 Semester [X] 2 Semester		<b>9. Angebot</b> [ ] jedes Semester [X] jedes Studienjahr [ ] unregelmäßig	
<b>10. Lern-/Qualifikationsziele des Moduls</b>			
<p>Die Studierenden beherrschen den praktischen Einsatz verfahrenstechnischer Grundoperationen zur Abfallaufbereitung und wenden bekannte Auswertemethoden zur Charakterisierung der erzeugten Produkte an. Die Studierenden sind in der Lage verfahrenstechnische bzw. metallurgische Versuchsapparaturen zu bedienen und können die Messdaten auswerten und interpretieren. Durch individuelle Auswahl der Versuche, die von den verfahrenstechnisch und metallurgisch orientierten Instituten angeboten werden, haben die Studierenden gezielt Schwerpunkte vertieft. Die Studierenden entwickeln überwiegend Methoden- und Sozialkompetenz.</p> <p><i>The students master the practical use of basic process engineering operations for waste processing and apply well-known evaluation methods to characterize the products produced. The students are able to operate process engineering or metallurgical test equipment and can evaluate and interpret the measurement data. By individually selecting the experiments offered by the process engineering and metallurgical institutes, the students have specifically deepened their focus. The students primarily develop methodological and social skills.</i></p>			

<b>Lehrveranstaltungen</b>						
<b>11. Nr.</b>	<b>12. Lehrveranstaltungstitel (deutsch/englisch)</b>	<b>13. Dozent(in)</b>	<b>14. LV-Nr.</b>	<b>15. LV-Art</b>	<b>16. SWS</b>	<b>17. Arbeitsaufwand Präsenz-/Eigenstudium</b>
1	Laborpraktikum allgemeine Aufbereitungstechnik	Dr. Haas	S 6261	P	4	56 h / 124 h
2	Laborpraktikum spezielle Verfahren	Prof. Düsterloh, Prof. Strube, Prof. Turek, Prof. A. Weber, Dr. Mancini	W 6262	P	2	40 h / 80 h

		<b>Summe:</b>	6	96 h / 204 h
<b>Zu Nr. 1:</b>				
<b>18a. Empf. Voraussetzungen</b>	„Grundlagen der Abfallaufbereitung“ oder „Einführung in die Aufbereitungstechnik“			
<b>19a. Inhalte</b>	Versuche zu den verfahrenstechnischen Grundoperationen im ersten Teil der Praktika aus den Gebieten: Zerkleinerung, Klassierung, Sortierung, Kreislaufführung von Prozesslösungen			
<b>20a. Medienformen</b>	Praktikumsskript, Versuchsdurchführungen			
<b>21a. Literatur</b>	Praktikumsskript; Schubert, Aufbereitung fester Stoffe			
<b>22a. Sonstiges</b>	...			
<b>Zu Nr. 2:</b>				
<b>18b. Empf. Voraussetzungen</b>	„Grundlagen der Abfallaufbereitung“ oder „Einführung in die Aufbereitungstechnik“			
<b>19b. Inhalte</b>	Die Studierenden können Versuche aus folgenden Bereichen individuell im zweiten Teil der Praktika zusammenstellen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Deponietechnik,</li> <li>• Mechanische, chemische, thermische Verfahrenstechnik und Energie-Verfahrenstechnik,</li> <li>• Metallurgie</li> </ul>			
<b>20b. Medienformen</b>	Praktikumsskript, Versuchsdurchführungen			
<b>21b. Literatur</b>	Praktikumsskript			
<b>22b. Sonstiges</b>	...			

<b>Studien-/Prüfungsleistung</b>					
<b>23. Nr.</b>	<b>24. Zugeordnete Lehrveranstaltung</b>	<b>25. P.-Typ</b>	<b>26. LP</b>	<b>27. Benotung</b>	<b>28. Anteil an der Modulnote</b>
<b>1</b>	Laborpraktikum allgemeine Aufbereitungstechnik	MTP	6	benotet	60 %
<b>2</b>	Laborpraktikum spezielle Verfahren	MTP	4	benotet	40 %
<b>Zu Nr. 1:</b>					
<b>29a. Prüfungsform / Voraussetzung für die Vergabe von LP</b>		Abgabe von Versuchsprotokollen und ggf. Präsentation			
<b>30a. Verantwortliche(r) Prüfer(in)</b>		Dr. Haas			

<b>31a. Verbindliche Prüfungsvorleistungen</b>	Kurztest
<b>Zu Nr. 2:</b>	
<b>29b. Prüfungsform / Voraussetzung für die Vergabe von LP</b>	Abgabe von Versuchsprotokollen (60 % der Gesamtnote, Nachkolloquium (40 % der Gesamtnote)
<b>30b. Verantwortliche(r) Prüfer(in)</b>	Prof. Düsterloh, Prof. Strube, Prof. Turek, Prof. A. Weber, Dr. Mancini
<b>31b. Verbindliche Prüfungsvorleistungen</b>	Kurztest (Vorleistung ohne Note)

**1a. Modultitel (deutsch)**

Nachhaltigkeitsmanagement

**1b. Modultitel (englisch)**

Sustainability Management

**2. Verwendbarkeit des Moduls in Studiengängen**

M.Sc. Umweltverfahrenstechnik und Recycling, M.Sc. Geoenvironmental Engineering (Geoumwelttechnik),  
M.Sc. Wirtschaftsingenieurwesen, M.Sc. Technische Betriebswirtschaftslehre

**3. Modulverantwortliche(r)**

Prof. Dr. rer. pol. Heike Yasmin  
Schenk-Mathes

**4. Zuständige Fakultät**

Fakultät für Energie- und  
Wirtschaftswissenschaften

**5. Modulnummer****6. Sprache**

Deutsch

**7. LP**

6

**8. Dauer** 1 Semester 2 Semester**9. Angebot** jedes Semester jedes Studienjahr unregelmäßig**10. Lern-/Qualifikationsziele des Moduls**

Studierende sind in der Lage, Ansätze des Nachhaltigkeitsrechnungswesens einzuordnen, anzuwenden und zu beurteilen. Sie kennen nichtmonetäre Methoden der Öko- und Nachhaltigkeitsbilanzierung und sind mit der Dokumentation und Analyse von Umweltkosten vertraut. Zudem kennen sie Vorgehensweisen zur Positionierung von strategischen Produktprogrammen unter Berücksichtigung von ökologischen und sozialen Aspekten. Im operativen Umweltmanagement verfügen die Studierenden über Kenntnisse bezüglich Modelle zur umweltorientierten Produktionsplanung, Transport- und Tourenplanung sowie zur Lagerplanung und können diese in der Praxis in den relevanten Entscheidungsbereichen nutzen. Sie sind in der Lage, entsprechende Optimierungssätze aufzustellen und passende Lösungsverfahren bzw. Heuristiken auszuwählen. Nach Abschluss des Moduls sind die Studierenden zudem vertraut mit Elementen der Zertifizierung im Umwelt- und Nachhaltigkeitsbereich. Die Studierenden entwickeln sowohl Fach-, Methoden- wie auch System- und Sozialkompetenz.

*Students are able to classify, apply and evaluate sustainability accounting approaches. They know non-monetary methods of ecological and sustainability accounting and are familiar with the documentation and analysis of environmental costs. They also know procedures for positioning strategic product programs while taking ecological and social aspects into account. In operational environmental management, students have knowledge of models for environmentally oriented production planning, transport and route planning as well as warehouse planning and can use this in practice in the relevant decision-making areas. They are able to set up appropriate optimization sets and select suitable solution methods or heuristics. After completing the module, students are also familiar with elements of certification in the environmental and sustainability areas. The students develop specialist, methodological, system and social skills.*

**Lehrveranstaltungen**

11. Nr.	12. Lehrveranstaltungstitel (deutsch/englisch)	13. Dozent(in)	14. LV-Nr.	15. LV-Art	16. SWS	17. Arbeitsaufwand Präsenz-/Eigenstudium
1	Nachhaltigkeitsmanagement/ Sustainability Management	Prof. Schenk- Mathes	W 6731	V/Ü	4	56 h / 124h
<b>Summe:</b>					4	56 h / 124h
<b>Zu Nr. 1:</b>						
<b>18a. Empf. Voraussetzungen</b>		Keine				
<b>19a. Inhalte</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Strategische Instrumente des Umweltmanagements</li> <li>• Organisation und Umweltschutz</li> <li>• Beurteilung von Umweltschutzinvestitionen</li> <li>• operative Fragestellungen des Umweltmanagements</li> <li>• Umweltmanagementsysteme und Umwelt-Audit</li> <li>• Nachhaltigkeitsrechnungswesen</li> <li>• Stoffstromanalysen</li> <li>• Verfahren zur Bewertung von ökologischen und sozialen Wirkungen: Ausgewählte Ansätze in der Öko- und Nachhaltigkeitsbilanzierung</li> <li>• Umweltkostenmanagement</li> <li>• Umweltcontrolling</li> </ul>				
<b>20a. Medienformen</b>		Beamer-Präsentation, Foliensammlung, Dokumentenkamera				
<b>21a. Literatur</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ernst, D. et al. (2021): Nachhaltige Betriebswirtschaft, 2. Aufl., München.</li> <li>• Frischknecht, R. (2020): Lehrbuch der Ökobilanzierung, Berlin.</li> <li>• Wördenweber, M. (2017): Nachhaltigkeitsmanagement, Stuttgart.</li> </ul> <p>Weitere Literatur wird in der Veranstaltung bekannt gegeben.</p>				
<b>22a. Sonstiges</b>						

<b>Studien-/Prüfungsleistung</b>					
23. Nr.	24. Zugeordnete Lehrveranstaltung	25. P.-Typ	26. LP	27. Benotung	28. Anteil an der Modulnote
1	Nachhaltigkeitsmanagement	MP	6	benotet	100 %
<b>29a. Prüfungsform / Voraussetzung für die Vergabe von LP</b>		Klausur (120 Minuten) oder mündliche Prüfung (40 Minuten), mündliche Prüfung bis ca. 15 Teilnehmende			
<b>30a. Verantwortliche(r) Prüfer(in)</b>		Prof. Schenk-Mathes			

<b>31a. Verbindliche Prüfungsvorleistungen</b>	keine
--	-------

<b>1a. Modultitel (deutsch)</b>	<b>1b. Modultitel (englisch)</b>
Stoffspezifische Verwertungstechnologien	Specific Recycling Techniques

<b>2. Verwendbarkeit des Moduls in Studiengängen</b>			
M.Sc. Umweltverfahrenstechnik und Recycling, M.Sc. Materialwissenschaft und Werkstofftechnik, M.Sc. Chemie/Chemistry			
<b>3. Modulverantwortliche(r)</b> Dr. rer. nat. Jens Wendelstorf		<b>4. Zuständige Fakultät</b> Fakultät für Energie- und Wirtschaftswissenschaften	
<b>5. Modulnummer</b>			
<b>6. Sprache</b> Deutsch	<b>7. LP</b> 8	<b>8. Dauer</b> [ ] 1 Semester [X] 2 Semester	<b>9. Angebot</b> [ ] jedes Semester [X] jedes Studienjahr [ ] unregelmäßig
<b>10. Lern-/Qualifikationsziele des Moduls</b>			
<p>Die Studierenden können die wichtigsten Prozesse zum metallurgischen Recycling von Metallen aus Abfall-abgeleiteten Sekundärrohstoffen sowie zur Verwertung von Altkunststoffen, Kunststoffgemischen und Altglas beschreiben. Sie können bekannte Verfahren bewerten, einzelnen Stoffströmen zuordnen und die erforderlichen Qualitäten von Sekundärrohstoffen für den Einsatz in den Verwertungsprozessen für die relevanten Absatzkanäle definieren. Die Studierenden entwickeln überwiegend Fach- und Systemkompetenz.</p> <p><i>The students can describe the most important processes for the metallurgical recycling of metals from waste-derived secondary raw materials as well as for the recycling of used plastics, plastic mixtures and used glass. They can evaluate known processes, assign individual material flows and define the required qualities of secondary raw materials for use in the recycling processes for the relevant sales channels. The students can set-up the associated energy and material balances. The students primarily develop specialist and system skills.</i></p>			

<b>Lehrveranstaltungen</b>						
<b>11. Nr.</b>	<b>12. Lehrveranstaltungstitel (deutsch/englisch)</b>	<b>13. Dozent(in)</b>	<b>14. LV-Nr.</b>	<b>15. LV-Art</b>	<b>16. SWS</b>	<b>17. Arbeitsaufwand Präsenz-/Eigenstudium</b>
1	Recycling von Metallen	Dr. Wendelstorf	S 7904	V/Ü	3	42h / 78 h
2	Recycling von Kunststoffen	Dr. Steuernagel	W 7919	V	2	28 h / 32 h
3	Recycling von Glas	Prof. Deubener	W 7839	V	1	14 h / 46 h
<b>Summe:</b>					6	84 h / 156 h
<b>Zu Nr. 1:</b>						
<b>18a. Empf. Voraussetzungen</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Recycling I</li> </ul>				

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Thermodynamik</li> </ul>
<b>19a. Inhalte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in das Metallrecycling</li> <li>• Recycling von Eisen und Stahl</li> <li>• Recycling von Kupfer</li> <li>• Recycling von Zink</li> <li>• Recycling von Blei</li> <li>• Recycling von Aluminium</li> <li>• Recycling von Magnesium</li> <li>• Vergleich der Metallgewinnungsverfahren hinsichtlich Energiebedarf und Emissionen</li> </ul>
<b>20a. Medienformen</b>	Powerpoint, Filme
<b>21a. Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Worrell, E.; Reuter, M.A. (2014): Handbook of Recycling, Elsevier</li> <li>• Ullmanns Encyclopedia of Industrial Chemistry. 6th ed. 2002, ISBN 978-3-527-30385-4.</li> <li>• Vauck, W.R.A., Müller, H.A.: Grundoperationen chemischer Verfahrenstechnik. 11. Auflage 2003, ISBN 978-3527-30964-1.</li> <li>• Ditze, A.; Scharf, C.: Recycling of Magnesium, ISBN 978-3-89720-957-2.</li> <li>• Martens, H; Goldmann, D. (2016): Recyclingtechnik, Springer Vieweg, 2. Aufl.</li> </ul>
<b>22a. Sonstiges</b>	...
<b>Zu Nr. 2:</b>	
<b>18b. Empf. Voraussetzungen</b>	Recycling I
<b>19b. Inhalte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rohölbedarf der Kunststoffindustrie</li> <li>• Charakterisierung von Kunststoffabfällen</li> <li>• Trennverfahren für Kunststoffe</li> <li>• Ökonomische/ökologische Aspekte bei der Aufbereitung und Verwertung</li> <li>• Neue Entwicklungen im Kunststoffrecycling</li> </ul>
<b>20b. Medienformen</b>	Powerpoint, Skript
<b>21b. Literatur</b>	Michaeli / Michaeli / Bittner: "Recycling von Kunststoffen", Carl Hanser Verlag München Wien, 1992
<b>22b. Sonstiges</b>	...
<b>Zu Nr. 3:</b>	
<b>18c. Empf. Voraussetzungen</b>	Recycling I

<b>19c. Inhalte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Veredelung und Recycling von Glas</li> <li>• Glastypen und deren Veredlung</li> <li>• Recycling von Hohlglas, Flachglas, Spezialglas und Glaskeramik</li> </ul>
<b>20c. Medienformen</b>	...
<b>21c. Literatur</b>	...
<b>22c. Sonstiges</b>	...

<b>Studien-/Prüfungsleistung</b>					
<b>23. Nr.</b>	<b>24. Zugeordnete Lehrveranstaltung</b>	<b>25. P.-Typ</b>	<b>26. LP</b>	<b>27. Benotung</b>	<b>28. Anteil an der Modulnote</b>
<b>1</b>	Recycling von Metallen	MP	4	benotet	100 %
<b>2</b>	Recycling von Kunststoffen		2		
<b>3</b>	Recycling von Glas		2		
<b>29. Prüfungsform / Voraussetzung für die Vergabe von LP</b>		Klausur (120 Minuten)			
<b>30. Verantwortliche(r) Prüfer(in)</b>		Dr. Wendelstorf, Dr. Steuernagel, Prof. Deubener			
<b>31. Verbindliche Prüfungsvorleistungen</b>		Keine			

<b>1a. Modultitel (deutsch)</b> Studienarbeit	<b>1b. Modultitel (englisch)</b> Student Research Project
--	--

<b>2. Verwendbarkeit des Moduls in Studiengängen</b>			
M.Sc. Umweltverfahrenstechnik und Recycling			
<b>3. Modulverantwortliche(r)</b> Prof. Dr.-Ing. Daniel Goldmann		<b>4. Zuständige Fakultät</b> Fakultät für Energie- und Wirtschaftswissenschaften	
<b>5. Modulnummer</b>			
<b>6. Sprache</b> Deutsch	<b>7. LP</b> 10	<b>8. Dauer</b> [X] 1 Semester [ ] 2 Semester	<b>9. Angebot</b> [X] jedes Semester [ ] jedes Studienjahr [ ] unregelmäßig
<b>10. Lern-/Qualifikationsziele des Moduls</b>			
<p>Die Studierenden können Lösungen für eine konkrete Problemstellung, beginnend mit Basisrecherchen über praktische Untersuchungen bis zur Bewertung der technischen und wirtschaftlichen Umsetzbarkeit entwickeln. Außerdem erarbeiten und entwickeln die Studierenden Prozesse und/oder Prozessketten, die sie abschließend bewerten und vergleichen. Neben dieser Fach- und Methodenkompetenz werden durch die Kommunikation von fachlichen Inhalten mit unterschiedlichen Stakeholdern sowie der Arbeit in nationalen oder internationalen Teams die Sozial- und Arbeitskompetenz gefördert.</p> <p><i>The students can develop solutions for a specific problem, starting with basic research through practical investigations to assessing technical and economic feasibility. In addition, the students develop processes and/or process chains, which they then evaluate and compare. In addition to this technical and methodological competence, social and work skills are promoted through the communication of technical content with different stakeholders as well as working in national or international teams.</i></p>			

<b>Lehrveranstaltungen</b>						
<b>11. Nr.</b>	<b>12. Lehrveranstaltungstitel (deutsch/englisch)</b>	<b>13. Dozent(in)</b>	<b>14. LV-Nr.</b>	<b>15. LV-Art</b>	<b>16. SWS</b>	<b>17. Arbeitsaufwand Präsenz-/Eigenstudium</b>
1	Studienarbeit	Prof. Goldmann		SA	6	3 Monate
<b>Summe:</b>					6	3 Monate
<b>Zu Nr. 1:</b>						
<b>18a. Empf. Voraussetzungen</b>		Laborpraktika und Grundlagen aus dem Abfall- oder Abwasserbereich				
<b>19a. Inhalte</b>		Eigenständige Erarbeitung einer Problemlösung für ein gestelltes Thema				
<b>20a. Medienformen</b>						

<b>21a. Literatur</b>	Bekanntgabe in Abhängigkeit des Vortragsthemas
<b>22a. Sonstiges</b>	...

<b>Studien-/Prüfungsleistung</b>					
<b>23. Nr.</b>	<b>24. Zugeordnete Lehrveranstaltung</b>	<b>25. P.-Typ</b>	<b>26. LP</b>	<b>27. Benotung</b>	<b>28. Anteil an der Modulnote</b>
<b>1</b>	Studienarbeit	MP	10	benotet	100 %
<b>29a. Prüfungsform / Voraussetzung für die Vergabe von LP</b>		Schriftliche Ausarbeitung (80 %) und Präsentation mit Diskussion (20 %)			
<b>30a. Verantwortliche(r) Prüfer(in)</b>		Prüfender aus der Hochschullehrergruppe eines der in § 16 AFB gelisteten Institute			
<b>31a. Verbindliche Prüfungsvorleistungen</b>		Laborpraktika und Grundlagen aus dem Abfall- oder Abwasserbereich			

<b>1a. Modultitel (deutsch)</b> Thermische Behandlung von Rest- und Abfallstoffen (+)	<b>1b. Modultitel (englisch)</b> Thermal Treatment of Residue and Waste Materials
--	--

<b>2. Verwendbarkeit des Moduls in Studiengängen</b> M.Sc. Verfahrenstechnik/Chemieingenieurwesen, M.Sc. Energiesystemtechnik, M.Sc. Materialwissenschaften und Werkstofftechnik, M.Sc. Umweltverfahrenstechnik und Recycling			
<b>3. Modulverantwortliche(r)</b> Prof. M. Fischlschweiger		<b>4. Zuständige Fakultät</b> Fakultät für Energie- und Wirtschaftswissenschaften	
<b>5. Modulnummer</b>		<b>6. Sprache</b> Deutsch	
<b>7. LP</b> 6		<b>8. Dauer</b> <input checked="" type="checkbox"/> 1 Semester <input type="checkbox"/> 2 Semester	
<b>9. Angebot</b> <input type="checkbox"/> jedes Semester <input checked="" type="checkbox"/> jedes Studienjahr <input type="checkbox"/> unregelmäßig		<b>10. Lern-/Qualifikationsziele des Moduls</b> <p>Die Studierenden haben die Funktion von thermischen Abfallbehandlungsanlagen im Detail verstanden. Sie können die einzelnen Komponenten einer Anlage benennen und deren Funktion beschreiben. Die Studierenden sind in der Lage, das Zusammenwirken der Einzelkomponenten zu erkennen und zu erklären. Sie können das System stofflich und energetisch bilanzieren. Sie können die Auswirkungen der Abfallbehandlungsanlagen auf die Umwelt beurteilen.</p> <p>Die Studierenden wenden Methoden der Systembetrachtung an, um die Interaktionen zwischen einzelnen Komponenten zu erkennen und zu abstrahieren. Sie verknüpfen dafür disziplinares Einzelwissen und erarbeiten sich entsprechende Lösungsansätze. Mit Berechnungsmethoden werden Zusammenhänge quantifiziert und diskutiert. Die Studierenden lernen in der Lehrveranstaltung komplexere Verfahren zu analysieren und zu interpretieren.</p> <p><i>The students understood the function of thermal waste treatment plants in detail. They can name the individual components of a system and describe their function. The students are able to recognize and explain the interaction of the individual components. They can balance the system materially and energetically. They can assess the impact of waste treatment facilities on the environment.</i></p> <p><i>The students use methods of systems analysis to recognize and abstract the interactions between individual components. To do this, they combine individual disciplinary knowledge and develop appropriate solutions. Correlations are quantified and discussed using calculation methods. In the course, students learn to analyze and interpret more complex procedures.</i></p>	

**Lehrveranstaltungen**

11. Nr.	12. Lehrveranstaltungstitel (deutsch/englisch)	13. Dozent(in)	14. LV-Nr.	15. LV-Art	16. SWS	17. Arbeitsaufwand Präsenz-/Eigenstudium
1	Thermische Behandlung von Rest- und Abfallstoffen (+)	Prof. M. Fischlschweiger	S 8513	2V/2Ü	4	56 h / 124 h
<b>18. Empf. Voraussetzungen</b>		Keine				
<b>19. Inhalte</b>		1. Einleitung und Problemstellung 2. Abfallcharakterisierung und -vorbehandlung 3. Haupteinflussgrößen 4. Verbrennung 5. Vergasung 6. Pyrolyse 7. Mechanismen zur Schadstoffentstehung und -verminderung in Feuerungen 8. Systematischer Aufbau von Prozessführungen 9. Apparate 10. Systematische Darstellung, Bilanzierung und Bewertung 11. Derzeitiger Stand der Technik von thermischen Abfallbehandlungsverfahren auch im Kontext der Wertstoffrückgewinnung 12. Entwicklungstendenzen thermischer Abfallbehandlungsverfahren 13. Konzepte aus mechanischen, biologischen und thermischen Verfahrensbausteinen 14. Mathematische Modellierung thermischer Prozesse zur Abfallbehandlung - Beispiele				
<b>20. Medienformen</b>		Vortrag, Beamer, Skript, Tafel				
<b>21. Literatur</b>		- R. Scholz, F. Schulenburg, M. Beckmann: Abfallbehandlung in thermischen Verfahren - Verbrennung, Vergasung, Pyrolyse, Verfahrens- und Anlagenkonzepte, Aktuelle Auflage: 1. Auflage Februar 2001, ISBN: 978-3-519-00402-8, Vieweg + Teubner Verlag, 460 Seiten. - R. Scholz, T. Harnaut, M. Beckmann, M. Horeni: Zur systematischen Bewertung der Energieumwandlungen bei der thermischen Abfallbehandlung – Was ist Energieeffizienz? In Optimierung der Abfallverbrennung 1, TK – Verlag, Neuruppin 2004, ISBN 3-935317-16-6, S. 203 – 235.				
<b>22. Sonstiges</b>		...				

<b>Studien-/Prüfungsleistung</b>					
23. Nr.	24. Zugeordnete Lehrveranstaltung	25. P.-Typ	26. LP	27. Benotung	28. Anteil an der Modulnote
1	Thermische Behandlung von Rest- und Abfallstoffen (+)	MP	6	benotet	100 %

<b>29. Prüfungsform / Voraussetzung für die Vergabe von LP</b>	Klausur oder Moodle-Online-Prüfung (60 Minuten). Bei weniger als 5 Teilnehmenden mündliche Prüfung (Prüfungszeit gemäß der allgemeinen Prüfungsordnung: 20 - 60 Minuten)
<b>30. Verantwortliche(r) Prüfer(in)</b>	Prof. M. Fischlschweiger
<b>31. Verbindliche Prüfungsvorleistungen</b>	Keine

# **Wahlpflichtmodule**

<b>1a. Modultitel (deutsch)</b> Analytik und Bewertung	<b>1b. Modultitel (englisch)</b> Analytics and Evaluation
---	--

<b>2. Verwendbarkeit des Moduls in Studiengängen</b> M. Sc. Umweltverfahrenstechnik und Recycling			
<b>3. Modulverantwortliche(r)</b> Prof. Dr. rer. nat. Alfred Weber		<b>4. Zuständige Fakultät</b> Fakultät für Energie- und Wirtschaftswissenschaften	
<b>6. Sprache</b> Deutsch		<b>7. LP</b> 8	
<b>8. Dauer</b> [X] 1 Semester [ ] 2 Semester		<b>5. Modulnummer</b>	
<b>9. Angebot</b> [ ] jedes Semester [X] jedes Studienjahr [ ] unregelmäßig			
<b>10. Lern-/Qualifikationsziele des Moduls</b> Die Studierenden kennen die Grundkenntnisse der Toxikologie und sind in der Lage den sicheren und verantwortungsbewussten Umgang mit Gefahrstoffen abzuleiten. Sie können die einschlägigen Rechtsgrundlagen benennen und können diese anwenden. Darüber hinaus haben sie umfassende Sachkunde nach §5 der Chemikalien-Verbotsverordnung. Sie sind in der Lage umweltrelevante Stoffkreisläufe, chemische Nachweismethoden und mobile Umweltanalytik darzulegen und zu bewerten. Studierende können die Prinzipien der Aerosol- und Partikelmesstechnik (PMT) beschreiben, können die wichtigsten Messgeräte und ihre Anwendungsbereiche hinsichtlich Partikelgröße und Konzentration auswählen.  <i>The students know the basics of toxicology and are able to determine how to handle hazardous substances safely and responsibly. They can name the relevant legal bases and apply them. In addition, they have extensive expertise in accordance with Section 5 of the Chemicals Prohibition Ordinance. They are able to present and evaluate environmentally relevant material cycles, chemical detection methods and mobile environmental analysis. Students can describe the principles of aerosol and particle measurement technology (PMT), and can select the most important measuring devices and their areas of application in terms of particle size and concentration.</i>			

<b>Lehrveranstaltungen</b>						
<b>11. Nr.</b>	<b>12. Lehrveranstaltungstitel (deutsch/englisch)</b>	<b>13. Dozent(in)</b>	<b>14. LV-Nr.</b>	<b>15. LV-Art</b>	<b>16. SWS</b>	<b>17. Arbeitsaufwand Präsenz-/Eigenstudium</b>
<b>1</b>	Einführung in die Toxikologie und Rechtskunde zur Gefahrstoffverordnung	Prof. Adam	S 3015	V	2	20 h / 40 h
<b>2</b>	Physikalische Umweltanalytik	Prof. A. Weber	W 8606	V/Ü	3	30 h / 60 h
<b>3</b>	Umweltanalytik II (Chemische Umweltanalytik)	Dr. A. Fischer	W 3051	V/S	2	30 h / 60 h

		<b>Summe:</b>	7	80 h / 160 h
<b>Zu Nr. 1:</b>				
<b>18a. Empf. Voraussetzungen</b>	Keine			
<b>19a. Inhalte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der Toxikologie</li> <li>• Rechtsgrundlagen der Toxikologie</li> <li>• Chemikalienverbotsverordnung</li> <li>• Umwelt und Stoffkreisläufe</li> </ul>			
<b>20a. Medienformen</b>	Tafel, Powerpoint			
<b>21a. Literatur</b>	Skript			
<b>22a. Sonstiges</b>	...			
<b>Zu Nr. 2:</b>				
<b>18b. Empf. Voraussetzungen</b>	Keine			
<b>19b. Inhalte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analytische Chemie</li> <li>• Mobile Umweltanalytik</li> <li>• Überwachung der Luftreinhalte</li> <li>• Untersuchung von Wässern</li> <li>• Untersuchung von Feststoffen</li> <li>• Einführung in die Partikelmesstechnik (Partikelmerkmal, Darstellung von Größenverteilungen)</li> </ul>			
<b>20b. Medienformen</b>	Tafel, Powerpoint			
<b>21b. Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Skript</li> <li>• C. Bliefert: Umweltchemie, 3. Aufl. (2002), VCH Verlag, Weinheim</li> <li>• G. Schwedt: Taschenatlas der Umweltchemie, Wiley VCH (1996)</li> <li>• eds. Baron/Willeke: Aerosol Measurement, Wiley &amp; Sons, New York, 2001)</li> </ul>			
<b>22b. Sonstiges</b>	...			
<b>Zu Nr. 3:</b>				
<b>18b. Empf. Voraussetzungen</b>	Keine			

<b>19b. Inhalte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Probennahme (inkl. Statistik der Probennahme, Isokinetik)</li> <li>• Dispergierung (inkl. Wirkungsmechanismen von Dispergierhilfsmittel)</li> <li>• Abbildende Verfahren (inkl. Bildverarbeitung)</li> <li>• Zählverfahren (inkl. Koinzidenzfehler)</li> <li>• Trennverfahren (inkl. Kennzeichnung einer Trennung)</li> <li>• Spektroskopische Verfahren (inkl. Inversionsproblem)</li> <li>• Spezialthemen (inkl. Aussagekraft von Mittelwerten) Zahlen, Typen, Grenzen</li> </ul>
<b>20b. Medienformen</b>	Tafel, Powerpoint
<b>21b. Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Skript</li> <li>• C. Bliefert: Umweltchemie, 3. Aufl. (2002), VCH Verlag, Weinheim</li> <li>• G. Schwedt: Taschenatlas der Umweltchemie, Wiley VCH (1996)</li> <li>• eds. Baron/Willeke: Aerosol Measurement, Wiley &amp; Sons, New York, 2001)</li> <li>• Bernhardt: Granulometrie, 1. Auflage, Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, Leipzig, 1990</li> </ul>
<b>22b. Sonstiges</b>	...

<b>Studien-/Prüfungsleistung</b>					
<b>23. Nr.</b>	<b>24. Zugeordnete Lehrveranstaltung</b>	<b>25. P.-Typ</b>	<b>26. LP</b>	<b>27. Benotung</b>	<b>28. Anteil an der Modulnote</b>
<b>1</b>	Einführung in die Toxikologie und Rechtskunde zur GefStoffV	LN	2	benotet	0 % (siehe § 1 Abs. 6 i. V. m. § 13 Abs. 2 & § 18 Abs. 7 APO)
<b>2</b>	Physikalische Umweltanalytik	MP	3	benotet	50 %
<b>3</b>	Umweltanalytik II (Chemische Umweltanalytik)		3	benotet	50 %
<b>Zu Nr. 1:</b>					
<b>29a. Prüfungsform / Voraussetzung für die Vergabe von LP</b>		Schein			
<b>30a. Verantwortliche(r) Prüfer(in)</b>		Prof. Adam			
<b>31a. Verbindliche Prüfungsvorleistungen</b>		Keine			
<b>Zu Nr. 2:</b>					

<b>29b. Prüfungsform / Voraussetzung für die Vergabe von LP</b>	Klausur (60 min)
<b>30b. Verantwortliche(r) Prüfer(in)</b>	Prof. A. Weber
<b>31b. Verbindliche Prüfungsvorleistungen</b>	Keine
<b>Zu Nr. 3:</b>	
<b>29b. Prüfungsform / Voraussetzung für die Vergabe von LP</b>	Klausur (60 min)
<b>30b. Verantwortliche(r) Prüfer(in)</b>	Dr. A. Fischer

**1a. Modultitel (deutsch)**

Anlagenplanung und Logistik

**1b. Modultitel (englisch)**

Plant Planning and Logistics

**2. Verwendbarkeit des Moduls in Studiengängen**

M.Sc. Umweltverfahrenstechnik und Recycling, M.Sc. Wirtschaftsingenieurwesen

**3. Modulverantwortliche(r)**

Prof. Dr.-Ing. Alfons Esderts

**4. Zuständige Fakultät**Fakultät für Energie- und  
Wirtschaftswissenschaften**5. Modulnummer****6. Sprache**

Deutsch

**7. LP**

6

**8. Dauer**[ ] 1 Semester  
[X] 2 Semester**9. Angebot**[ ] jedes Semester  
[X] jedes Studienjahr  
[ ] unregelmäßig**10. Lern-/Qualifikationsziele des Moduls**

Die Studierenden können die Grundideen und -konzepte aus den Bereichen „Fabrik und Anlagenplanung“ sowie „Materialfluss und Logistik“ definieren. Die Teilnehmer können alle Schritte einer ganzheitlichen Planung von der Standortauswahl bis hin zur detaillierten Feinplanung einzelner Anlagenbereiche unter Einbeziehung materialflusstechnischer Aspekte und unternehmensinternen sowie -externen Logistikbeziehungen erläutern. Aufgrund der praktischen Übungen, des Planspiels und des Workshops können sie Fabrik- und Materialflussplanungen aktiv mitgestalten und die Ergebnisse kritisch bewerten.

Neben den Grundprinzipien der Logistik können die Studierenden Methoden und Werkzeuge zur Optimierung des innerbetrieblichen Materialflusses, einem der bestimmenden Kostenfaktoren in Produktionssystemen, auswählen. Die Studierenden sind nach Abschluss des Moduls in der Lage, den Materialfluss in Unternehmen systematisch zu analysieren und Materialflusssysteme zu planen und zu optimieren. Neben der zugrunde liegenden wissenschaftlichen Systematik können sie ihr erlangtes Wissen über Fördertechnik und Lagerplanung darstellen.

*The students can define the basic ideas and concepts from the areas of “Factory and Plant Planning” and “Material Flow and Logistics”. The participants can explain all steps of holistic planning from the selection of locations to the detailed planning of individual plant areas, taking into account material flow aspects and internal and external logistics relationships. Thanks to the practical exercises, the simulation game and the workshop, they can actively shape factory and material flow planning and critically evaluate the results.*

*In addition to the basic principles of logistics, students can select methods and tools to optimize the internal material flow, one of the determining cost factors in production systems. After completing the module, students are able to systematically analyze the material flow in companies and plan and optimize material flow systems. In addition to the underlying scientific systematics, they can present the knowledge they have acquired about conveyor technology and warehouse planning.*

<b>Lehrveranstaltungen</b>						
<b>11. Nr.</b>	<b>12. Lehrveranstaltungstitel (deutsch/englisch)</b>	<b>13. Dozent(in)</b>	<b>14. LV-Nr.</b>	<b>15. LV-Art</b>	<b>16. SWS</b>	<b>17. Arbeitsaufwand Präsenz-/Eigenstudium</b>
<b>1</b>	Materialfluss und Logistik	Nachfolge Prof. Bracht	S 8318	V+Ü	3	42 h / 48 h
<b>2</b>	Fabrik- und Anlagenplanung	Nachfolge Prof. Bracht	W 8304	V+Ü	3	42 h / 48 h
<b>Summe:</b>					<b>6</b>	<b>84 h / 96 h</b>
<b>Zu Nr. 1:</b>						
<b>18a. Empf. Voraussetzungen</b>		Keine				
<b>19a. Inhalte</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modul 01: Logistik</li> <li>• Modul 02: Materialfluss-Grundlagen</li> <li>• Modul 03: Materialfluss-Planung</li> <li>• Modul 04: Logistik- und Materialfluss-Steuerung</li> <li>• Modul 05: Simulation von Logistik-, Materialfluss- und Produktionssystemen</li> <li>• Modul 06: Fördertechnik - Stetigförderer</li> <li>• Modul 07: Fördertechnik - Unstetigförderer</li> <li>• Modul 08: Lagerplanung</li> <li>• Modul 09: Logistikorientiertes Unternehmensplanspiel</li> </ul>				
<b>20a. Medienformen</b>		Powerpoint-Präsentation, Simulationsbeispiele, Beispielfilme über Beamer, Skripte				
<b>21a. Literatur</b>		In Vorlesungsskript angegeben.				
<b>22a. Sonstiges</b>		...				
<b>Zu Nr. 2:</b>						
<b>18b. Empf. Voraussetzungen</b>		Keine				

<b>19b. Inhalte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modul 01: Allgemeines zur Fabrikplanung</li> <li>• Modul 02: Standort- und Fabrikstrukturplanung</li> <li>• Modul 03: Generalbebauung</li> <li>• Modul 04: Gebäudestruktur und -ausrüstung</li> <li>• Modul 05: Datenaufnahme und -analyse</li> <li>• Modul 06: Ver- und Entsorgungssysteme</li> <li>• Modul 07: Strukturierung, Dimensionierung und Gestaltung von Produktionsbereichen</li> <li>• Modul 08: Arbeitsstrukturierung und Fertigungsanlagen</li> <li>• Modul 09: Montagesysteme und -anlagen</li> <li>• Modul 10: Digitale Fabrik</li> <li>• Modul 11: Fabrikplanungs-Workshop</li> </ul>
<b>20b. Medienformen</b>	Powerpoint-Präsentation, Simulationsbeispiele, Beispielfilme über Beamer, Skripte
<b>21b. Literatur</b>	In Vorlesungsskript angegeben.
<b>22b. Sonstiges</b>	Im Rahmen der Übung wird Fabrikplanungs-Workshop angeboten, in dem praktische Grundlagen zur Layoutplanung vermittelt werden.

<b>Studien-/Prüfungsleistung</b>					
<b>23. Nr.</b>	<b>24. Zugeordnete Lehrveranstaltung</b>	<b>25. P.-Typ</b>	<b>26. LP</b>	<b>27. Benotung</b>	<b>28. Anteil an der Modulnote</b>
<b>1</b>	Materialfluss und Logistik	MTP	3	benotet	50 %
<b>2</b>	Fabrik- und Anlagenplanung	MTP	3	benotet	50 %
<b>Zu Nr. 1:</b>					
<b>29a. Prüfungsform / Voraussetzung für die Vergabe von LP</b>		Klausur (60 Minuten)			
<b>30a. Verantwortliche(r) Prüfer(in)</b>		Nachfolge Prof. Bracht			
<b>31a. Verbindliche Prüfungsvorleistungen</b>		Keine			
<b>Zu Nr. 2:</b>					
<b>29b. Prüfungsform / Voraussetzung für die Vergabe von LP</b>		Klausur (60 Minuten)			
<b>30b. Verantwortliche(r) Prüfer(in)</b>		Nachfolge Prof. Bracht			
<b>31b. Verbindliche Prüfungsvorleistungen</b>		Keine			

<b>1a. Modultitel (deutsch)</b> Anthropogene Lager und Altlasten	<b>1b. Modultitel (englisch)</b> Anthropogenic Deposits and Contaminated Sites
---	---

<b>2. Verwendbarkeit des Moduls in Studiengängen</b> M.Sc. Umweltverfahrenstechnik und Recycling			
<b>3. Modulverantwortliche(r)</b> Prof. Dr.-Ing. Norbert Meyer		<b>4. Zuständige Fakultät</b> Fakultät für Energie- und Wirtschaftswissenschaften	
<b>6. Sprache</b> Deutsch		<b>7. LP</b> 6	
<b>8. Dauer</b> <input type="checkbox"/> 1 Semester <input checked="" type="checkbox"/> 2 Semester		<b>9. Angebot</b> <input type="checkbox"/> jedes Semester <input checked="" type="checkbox"/> jedes Studienjahr <input type="checkbox"/> unregelmäßig	
<b>10. Lern-/Qualifikationsziele des Moduls</b> Die Studierenden sind nach erfolgreichem Modulabschluss in der Lage, Umweltbeeinflussungen und Altlasten sowie deren Auswirkungen auf die Umwelt zu erkunden, zu ermitteln und zu bewerten. Sie können technologische Verfahren ableiten, mit denen belastete Flächen wieder einer umweltverträglichen Nutzung zugeführt werden können.  <i>After successfully completing the module, students are able to explore, identify and evaluate environmental influences and contaminated sites as well as their effects on the environment. They can derive technological processes with which contaminated areas can be returned to environmentally friendly use.</i>			

Lehrveranstaltungen						
11. Nr.	12. Lehrveranstaltungstitel (deutsch/englisch)	13. Dozent(in)	14. LV-Nr.	15. LV-Art	16. SWS	17. Arbeitsaufwand Präsenz-/Eigenstudium
1	Grundlagen der Altlastenbearbeitung und Flächenrecycling	Dipl.-Ing. J. Tebbe	S 6341	V	2	28 h / 62 h
2	Landfill Mining	Dr. Sauter	W 6210	V	2	28 h / 62 h
<b>Summe:</b>					4	56 h / 124 h
<b>Zu Nr. 1:</b>						
<b>18a. Empf. Voraussetzungen</b>		Umweltrecht				
<b>19a. Inhalte</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Modelle zur Bewertung von Umweltfolgen der Wirkungsketten (Boden, Wasser, Luft, Fauna, Flora)</li> </ul>				

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rechtlicher Rahmen</li> <li>- Altlastenerfassung/-bewertung</li> <li>- Sanierungstechniken/-strategien</li> <li>- nachhaltiges Flächenmanagement/-recycling im nationalen und internationalen Kontext</li> <li>- nationale Forschungsschwerpunkte hierzu</li> </ul>
<b>20a. Medienformen</b>	Folie, Tafel, Beamer
<b>21a. Literatur</b>	Fanzius, Volker et al. (eds.): Handbuch Altlastensanierung und Flächenmanagement, C.F. Müller Verlag, 2005, ISBN 3-814-1962-5
<b>22a. Sonstiges</b>	./.
<b>Zu Nr. 2:</b>	
<b>18b. Empf. Voraussetzungen</b>	Naturwissenschaftliche Grundlagen
<b>19b. Inhalte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rohstoffwirtschaft</li> <li>- Anthropogene Lager</li> <li>- Bewertung</li> <li>- Rückbau</li> </ul>
<b>20b. Medienformen</b>	Folie, Tafel, Beamer
<b>21b. Literatur</b>	Skriptum und: Bernhard, A., Domenig, M., Reisinger, H., Walter, B., Weißenbach, T. (2011): Deponierückbau – Wirtschaftlichkeit, Ressourcenpotenzial und Klimarelevanz, Report, Umweltbundesamt GmbH, Wien.
<b>22b. Sonstiges</b>	Exkursion möglich

<b>Studien-/Prüfungsleistung</b>					
<b>23. Nr.</b>	<b>24. Zugeordnete Lehrveranstaltung</b>	<b>25. P.-Typ</b>	<b>26. LP</b>	<b>27. Benotung</b>	<b>28. Anteil an der Modulnote</b>
<b>1</b>	Grundlagen der Altlastenbearbeitung und Flächenrecycling	MTP	3	benotet	50 %
<b>2</b>	Landfill Mining	MTP	3	benotet	50 %
<b>Zu Nr. 1:</b>					
<b>29a. Prüfungsform / Voraussetzung für die Vergabe von LP</b>		Klausur (90 Minuten)			
<b>30a. Verantwortliche(r) Prüfer(in)</b>		Dipl.-Ing. J. Tebbe			
<b>31a. Verbindliche Prüfungsvorleistungen</b>		Keine			

<b>Zu Nr. 2:</b>	
<b>29b. Prüfungsform / Voraussetzung für die Vergabe von LP</b>	mündliche Prüfung (20 - 30 Minuten)
<b>30b. Verantwortliche(r) Prüfer(in)</b>	Dr. Sauter
<b>31b. Verbindliche Prüfungsvorleistungen</b>	Keine

<b>1a. Modultitel (deutsch)</b> Baurohstoffe und Baustoffe	<b>1b. Modultitel (englisch)</b> Raw and Building Materials
---	--

<b>2. Verwendbarkeit des Moduls in Studiengängen</b> M.Sc. Umweltverfahrenstechnik und Recycling			
<b>3. Modulverantwortliche(r)</b> M.Sc. Felix Elsner (Nachfolge Prof. Wolter folgt)		<b>4. Zuständige Fakultät</b> Fakultät für Energie- und Wirtschaftswissenschaften	
<b>6. Sprache</b> Deutsch		<b>7. LP</b> 6	
<b>8. Dauer</b> [ ] 1 Semester [X] 2 Semester		<b>9. Angebot</b> [ ] jedes Semester [X] jedes Studienjahr [ ] unregelmäßig	
<b>10. Lern-/Qualifikationsziele des Moduls</b> Die Studierenden entwickeln fundamentale Kenntnisse über Baustoffe, ihre Einsatzbereiche, Stärken und Schwächen sowie deren Wechselbeziehungen zur Beanspruchung und lernen daraus die Dauerhaftigkeit (Werkstoffschwerpunkt: Beton) abzuleiten. Durch die Übungen zu Gesteinskörnungen, Betoneigenschaften, Rezepturen, Expositionsclassen nach EN206-1 u.a.m. können die Studierenden das Basiswissen der Betontechnologie umsetzen und praktisch anwenden.  <i>The students develop fundamental knowledge of building materials, their areas of application, strengths and weaknesses as well as their relationship to stress and learn to derive durability from this (material focus: concrete). Through the exercises on aggregates, concrete properties, recipes, exposure classes according to EN206-1 and much more. Students can implement the basic knowledge of concrete technology and apply it practically.</i>			

<b>Lehrveranstaltungen</b>						
<b>11. Nr.</b>	<b>12. Lehrveranstaltungstitel (deutsch/englisch)</b>	<b>13. Dozent(in)</b>	<b>14. LV-Nr.</b>	<b>15. LV-Art</b>	<b>16. SWS</b>	<b>17. Arbeitsaufwand Präsenz-/Eigenstudium</b>
1	Baustofflehre	M. Sc. Elsner	W 7803	V+Ü	3	28 h / 62 h
2	Aufbereitung der Baurohstoffe	Prof. Tudeshki	S 6014	V	2	60 h / 30 h
<b>Summe:</b>					5	88 h / 92 h
<b>Zu Nr. 1:</b>						
<b>18a. Empf. Voraussetzungen</b>		Keine				
<b>19a. Inhalte</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Einführung in die Baustoffkennwerte: Art, Festigkeit, Durchlässigkeit, Beständigkeit etc.</li> <li>Natursteine und Massenbaustoffe: Auswahl nach Eignung und Umgangsregeln</li> </ul>				

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Keramische Baustoffe: allg. Werkstoffcharakteristika</li> <li>• Mörtel und Beton: Systematik der Mörtel und Betone, Frisch- und Festbetoneigenschaften, Straßenbeton, Faserbeton, Spritzbeton, Beton für besondere Anforderungen, Dauerhaftigkeit, Instandsetzung, Prüfung, Normung und Überwachung</li> <li>• Bituminöse Baustoffe: Einteilung und Merkmale von Bitumen, Asphalt und Pech, Verwendungsformen im Straßen- und Wasserbau, Prüfung, Normung und Überwachung</li> <li>• Rundgang zur Bauschadenskunde</li> </ul>
<b>20a. Medienformen</b>	Tafel, Beamer, Folien, Rechenübungen, Bauschadensbegehung
<b>21a. Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wendehorst Baustoffkunde Grundlagen - Baustoffe – Oberflächenschutz, 2. Aufl., Springer Fachmedien 2011, ISBN 9783835102255 (auch elektronisch im Uni-Netz vorh.)</li> <li>• Scholz / Knoblauch / Hiese: Baustoffkenntnis, 18. Auflage 2016, ISBN 978-3-8462-0538-9</li> <li>• Knöfel, Baustoffe + Bauverlag, 1997mie, Verlag für Bauwesen + Bauverlag, 1997</li> </ul>
<b>22a. Sonstiges</b>	...
<b>Zu Nr. 2:</b>	
<b>18b. Empf. Voraussetzungen</b>	Keine
<b>19b. Inhalte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Behandlung der speziellen Aufbereitungsverfahren für Baurohstoffe; Aufbereitung von Tonen, Sanden, Kiesen und Natursteinen</li> <li>• Vorstellung von klassischen Aufbereitungsanlagen für Baurohstoffe anhand von Praxisbeispielen</li> <li>• Vorgehensweise bei der Planung von Aufbereitungsanlagen für Baurohstoffe</li> <li>• Anleitung zur Erstellung von Fließbildern</li> </ul>
<b>20b. Medienformen</b>	Tafel, Beamer, Folien, Rechenübungen
<b>21b. Literatur</b>	Schubert: Aufbereitung fester mineralischer Rohstoffe, Band 1 und 2
<b>22b. Sonstiges</b>	...

<b>Studien-/Prüfungsleistung</b>					
<b>23. Nr.</b>	<b>24. Zugeordnete Lehrveranstaltung</b>	<b>25. P.-Typ</b>	<b>26. LP</b>	<b>27. Benotung</b>	<b>28. Anteil an der Modulnote</b>
<b>1</b>	Baustofflehre	MTP	3	benotet	50 %
<b>2</b>	Aufbereitung der Baurohstoffe	MTP	3	benotet	50 %

<b>Zu Nr. 1:</b>	
<b>29a. Prüfungsform / Voraussetzung für die Vergabe von LP</b>	Klausur (90 Minuten)
<b>30a. Verantwortliche(r) Prüfer(in)</b>	M. Sc. Elsner
<b>31a. Verbindliche Prüfungsvorleistungen</b>	Keine
<b>Zu Nr. 2:</b>	
<b>29b. Prüfungsform / Voraussetzung für die Vergabe von LP</b>	Klausur (60 Minuten)
<b>30b. Verantwortliche(r) Prüfer(in)</b>	Prof. Tudeszki
<b>31b. Verbindliche Prüfungsvorleistungen</b>	Keine

<b>1a. Modultitel (deutsch)</b> Bioprozesstechnik	<b>1b. Modultitel (englisch)</b> Bioprocess Engineering
--	--

<b>2. Verwendbarkeit des Moduls in Studiengängen</b>			
M.Sc. Umweltverfahrenstechnik und Recycling, M.Sc. Verfahrenstechnik/Chemieingenieurwesen			
<b>3. Modulverantwortliche(r)</b> Prof. Dr.-Ing. Jochen Strube		<b>4. Zuständige Fakultät</b> Fakultät für Energie- und Wirtschaftswissenschaften	
<b>6. Sprache</b> Deutsch		<b>7. LP</b> 8	
<b>8. Dauer</b> [ ] 1 Semester [X] 2 Semester		<b>9. Angebot</b> [ ] jedes Semester [X] jedes Studienjahr [ ] unregelmäßig	
<b>10. Lern-/Qualifikationsziele des Moduls</b>			
Die Studierenden können die Grundlagen der Bioverfahrenstechnik ausführen. Sie sind in der Lage, bioverfahrenstechnische Grundoperationen, Prozesse und Apparate auszulegen.			
Die Studierenden können die Grundlagen der Membrantechnik darlegen und sind in der Lage Membrananlagen auszulegen.			
Students are able to carry out the basics of bioprocess engineering. They are able to design basic bioprocess engineering operations, processes and apparatus.			
Students can explain the basics of membrane technology and are able to design membrane systems.			

<b>Lehrveranstaltungen</b>						
<b>11. Nr.</b>	<b>12. Lehrveranstaltungstitel (deutsch/englisch)</b>	<b>13. Dozent(in)</b>	<b>14. LV-Nr.</b>	<b>15. LV-Art</b>	<b>16. SWS</b>	<b>17. Arbeitsaufwand Präsenz-/Eigenstudium</b>
1	Bioverfahrenstechnik I	Prof. Strube	W 8627	V+Ü	3	42 h / 78 h
2	Membrantechnik I	Prof. Strube	W 8629	V+Ü	3	42 h / 78 h
<b>Summe:</b>					6	84 h / 156 h
<b>Zu Nr. 1:</b>						
<b>18a. Empf. Voraussetzungen</b>		Keine				
<b>19a. Inhalte</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einleitung</li> <li>• Grundlagen der Mikrobiologie, Biotechnologie, Gentechnik</li> <li>• Upstream, Fermentation, Bioreaktionstechnik</li> <li>• Downstream, Produktaufkonzentrierung und -reinigung</li> <li>• Bioanalytik</li> </ul>				

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Biothermodynamik</li> <li>• Systembiologie</li> <li>• Anlagen- und Prozesstechnik</li> <li>• Beispielprozesse</li> </ul>
<b>20a. Medienformen</b>	Vorlesung, begleitendes Skript
<b>21a. Literatur</b>	wird im Skript bekannt gegeben
<b>22a. Sonstiges</b>	...
<b>Zu Nr. 2:</b>	
<b>18b. Empf. Voraussetzungen</b>	...
<b>19b. Inhalte</b>	Die Membrantechnologie ist nach wie vor eine aufstrebende Grundoperation, die jedoch nicht alle Zukunftshoffnungen der letzten Jahre erfüllt hat. Dafür gibt es eine Reihe von Gründen. Ziel der Vorlesung ist neben den Grundlagen und Anwendungen auch die Herstellung, Charakterisierung und Auslegung darzustellen, um den aktuellsten Stand des Wissens und der Forschung zu vermitteln.
<b>20b. Medienformen</b>	Vorlesung, begleitendes Skript
<b>21b. Literatur</b>	Skript, T. Melin , R. Rautenbach : „Membranverfahren Grundlagen der Modul- und Anlagenauslegung“ Springer Verlag
<b>22b. Sonstiges</b>	...

<b>Studien-/Prüfungsleistung</b>					
<b>23. Nr.</b>	<b>24. Zugeordnete Lehrveranstaltung</b>	<b>25. P.-Typ</b>	<b>26. LP</b>	<b>27. Benotung</b>	<b>28. Anteil an der Modulnote</b>
<b>1</b>	Bioverfahrenstechnik I	MTP	4	benotet	50 %
<b>2</b>	Membrantechnik I	MTP	4	benotet	50 %
<b>Zu Nr. 1:</b>					
<b>29a. Prüfungsform / Voraussetzung für die Vergabe von LP</b>		Klausur (90 Minuten)			
<b>30a. Verantwortliche(r) Prüfer(in)</b>		Prof. Strube			
<b>31a. Verbindliche Prüfungsvorleistungen</b>		Keine			
<b>Zu Nr. 2:</b>					
<b>29b. Prüfungsform / Voraussetzung für die Vergabe von LP</b>		Klausur (90 Minuten)			
<b>30b. Verantwortliche(r) Prüfer(in)</b>		Prof. Strube			

<b>31b. Verbindliche Prüfungsvorleistungen</b>	Keine
--	-------

**1a. Modultitel (deutsch)**

Computergestützte  
Thermodynamik für die Material-  
und Prozessentwicklung

**1b. Modultitel (englisch)**

Computational Thermodynamics  
for Materials and Process Design

**2. Verwendbarkeit des Moduls in Studiengängen**

M.Sc. Verfahrenstechnik/Chemieingenieurwesen, M.Sc. Umweltverfahrenstechnik und Recycling, M.Sc. Materialwissenschaft und Werkstofftechnik, M.Sc. Wirtschaftsingenieurwesen, M.Sc. Energiesystemtechnik

**3. Modulverantwortliche(r)**

Prof. Dr. M. Fischlschweiger

**4. Zuständige Fakultät**

Fakultät für Energie- und  
Wirtschaftswissenschaften

**5. Modulnummer****6. Sprache**

Deutsch/  
Englisch

**7. LP**

6

**8. Dauer**

1 Semester  
 2 Semester

**9. Angebot**

jedes Semester  
 jedes Studienjahr  
 unregelmäßig

**10. Lern-/Qualifikationsziele des Moduls**

Studierende können selbständig Phasendiagramme mit thermodynamischen Modellen und numerischer Software berechnen.

Studierende können thermodynamische Eigenschaften von komplexen Vielstoffsystemen mit numerischer Software berechnen und die Ergebnisse selbstständig interpretieren.

Studierende können diffusionskontrollierte Prozesse mit numerischer Software berechnen.

Studierende sind in der Lage, die für die Berechnung erforderlichen Daten zu interpretieren und diese für die numerischen Berechnungen entsprechend aufzubereiten.

Studierende sind in der Lage, im Rahmen der Übung, die computergestützte Thermodynamik zur Entwicklung von neuen Materialien und Prozessen einzusetzen.

*Students can independently calculate phase diagrams using thermodynamic models and numerical software.*

*Students can calculate thermodynamic properties of complex multi-component systems using numerical software and interpret the results independently.*

*Students can calculate diffusion-controlled processes using numerical software.*

*Students are able to interpret the data required for the calculation and prepare it accordingly for the numerical calculations.*

*Students are able to use computer-aided thermodynamics to develop new materials and processes as part of the exercise.*

11. Nr.	12. Lehrveranstaltungstitel (deutsch/englisch)	13. Dozent(in)	14. LV-Nr.	15. LV-Art	16. SWS	17. Arbeitsaufwand Präsenz-/Eigenstudium
1	Computergestützte Thermodynamik für die Material- und Prozessentwicklung (Computational Thermodynamics for Materials and Process Design)	Prof. Dr. M. Fischlschweiger	W 8510	2V/2Ü	4	56 h / 124 h
<b>18. Empf. Voraussetzungen</b>		Thermodynamik I				
<b>19. Inhalte</b>		Einführung in die Computergestützte Thermodynamik, Modellierungsstrategien der temperatur- und zusammensetzungsabhängigen Gibbs-Energien, Modellierungsstrategien der temperatur- und zusammensetzungsabhängigen Mobilitäten, Nichtgleichgewichtsthermodynamik und Onsager Relationen, Erstellung von Simulationsmodellen und deren numerische Implementierung, Erstellung thermodynamischer Datenbanken, Fallstudien des Einsatzes der computergestützten Thermodynamik in der Material- und Prozessentwicklung				
<b>20. Medienformen</b>		Folien/PowerPoint, Beispielprogramme in der Programmiersprache Python				
<b>21. Literatur</b>		H.L. Lukas, S.G. Fries, B. Sundman: Computational Thermodynamics – The Calphad Method, Cambridge University Press, 1. Aufl. 2007 Z.K. Liu, Y. Wang: Computational Thermodynamics of Materials, Cambridge University Press, First Ed. 2016 T. Matsushita, K. Mukai: Chemical Thermodynamics in Materials Science – From Basics to Practical Applications, Springer Verlag, 2018				
<b>22. Sonstiges</b>		...				

Studien-/Prüfungsleistung					
23. Nr.	24. Zugeordnete Lehrveranstaltung	25. P.-Typ	26. LP	27. Benotung	28. Anteil an der Modulnote
1	Computergestützte Thermodynamik für die Material- und Prozessentwicklung	MP	6	benotet	100 %
<b>29. Prüfungsform / Voraussetzung für die Vergabe von LP</b>		Klausur oder Moodle-Online-Prüfung (120 Minuten) Bei weniger als 15 Teilnehmenden mündliche Prüfung (Prüfungszeit gemäß der Allgemeinen Prüfungsordnung: 20 - 60 Minuten)			

<b>30. Verantwortliche(r) Prüfer(in)</b>	Prof. Dr. M. Fischlschweiger
<b>31. Verbindliche Prüfungsvorleistungen</b>	Keine

<b>1a. Modultitel (deutsch)</b> Grundlagen der Elektrochemie	<b>1b. Modultitel (englisch)</b> Fundamentals of Electrochemistry
---	--

<b>2. Verwendbarkeit des Moduls in Studiengängen</b> M.Sc. Umweltverfahrenstechnik und Recycling, M.Sc. Energiesystemtechnik, M.Sc. Verfahrenstechnik/Chemieingenieurwesen			
<b>3. Modulverantwortliche(r)</b> Prof. rer. nat. Frank Endres		<b>4. Zuständige Fakultät</b> Fakultät für Energie- und Wirtschaftswissenschaften	
<b>6. Sprache</b> Deutsch		<b>7. LP</b> 6	
<b>8. Dauer</b> [ ] 1 Semester [X] 2 Semester		<b>9. Angebot</b> [ ] jedes Semester [X] jedes Studienjahr [ ] unregelmäßig	
<b>10. Lern-/Qualifikationsziele des Moduls</b> Die Studierenden können die wesentlichen Grundlagen der Elektrochemie wiedergeben und sind in der Lage, selbständig technische Fragestellungen in der elektrochemischen Verfahrenstechnik zu bearbeiten. Die Teilnehmer können die elektrochemischen Reaktionen beschreiben, sie verstehen und anwenden. Außerdem können sie die vorgetragenen Grundlagen elektrochemischer Reaktionen auf unbekannte Stoffsysteme übertragen. Die Teilnehmer entwickeln Fähigkeiten und Kenntnisse, die zur Ermittlung chemischer und reaktionstechnischer Daten für eine elektrochemische Reaktion notwendig sind. Die Studierenden sind in der Lage, die beispielhaft vermittelten Grundlagen auf andere elektrochemische Systeme zu transferieren und technische Probleme in der praktischen Anwendung analysieren zu können, Schlüsse zu ziehen und Lösungen entwickeln zu können. Durch das Modul entwickeln die Studierenden überwiegend Fach-, aber auch Methoden- und Systemkompetenz.  <i>The Students will be able to reproduce the basic principles of electrochemistry and will be able to work independently on technical issues in electrochemical process engineering. The participants will be able to describe, understand and apply electrochemical reactions. They will also be able to transfer the basic principles of electrochemical reactions to unknown material systems. The participants develop the skills and knowledge to determine chemical and reaction engineering data required for an electrochemical reaction. The Students are able to transfer the given basic principles to other electrochemical systems and to analyze technical problems in practical applications, draw conclusions and develop solutions. Through the module, the students develop mainly professional abilities, but also methodological competence and system expertise.</i>			

<b>Lehrveranstaltungen</b>						
<b>11. Nr.</b>	<b>12. Lehrveranstaltungstitel (deutsch/englisch)</b>	<b>13. Dozent(in)</b>	<b>14. LV-Nr.</b>	<b>15. LV-Art</b>	<b>16. SWS</b>	<b>17. Arbeitsaufwand Präsenz-/Eigenstudium</b>

<b>1</b>	Elektrochemische Grundlagen	Prof. Endres	W 8045	V+Ü	3	42 h / 48 h
<b>2</b>	Elektrochemische Verfahrenstechnik	Dr. Becker	W 8416	V+Ü	3	42 h / 48 h
<b>Summe:</b>					6	84 h / 96 h

### Zu Nr. 1:

<b>18a. Empf. Voraussetzungen</b>	Grundkenntnisse der Physik und Physikalischen Chemie
<b>19a. Inhalte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen und Begriffe,</li> <li>• Leitfähigkeit und Wechselwirkung in ionischen Systemen,</li> <li>• Potentiale und Strukturen an Phasengrenzen,</li> <li>• Potentiale und Ströme,</li> <li>• Untersuchungsmethoden, Reaktionsmechanismen,</li> <li>• Feste und schmelzflüssige Ionenleiter als Elektrolytsysteme,</li> <li>• Produktionsverfahren,</li> <li>• Galvanische Elemente, Analytische Anwendungen, Photoelektrochemie</li> </ul>
<b>20a. Medienformen</b>	Vorlesungsskript, Beispielaufgaben, Übungsblock
<b>21a. Literatur</b>	C.H. Hamann, W. Vielstich: Elektrochemie, Wiley-VCH 1998, Skript
<b>22a. Sonstiges</b>	...

### Zu Nr. 2:

<b>18b. Empf. Voraussetzungen</b>	Abgeschlossener Bachelorstudiengang
<b>19b. Inhalte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die elektrochemische Verfahrenstechnik</li> <li>• Elektrochemische Grundlagen</li> <li>• Bilanzierung und Transportprozesse</li> <li>• Elektrochemische Reaktionstechnik</li> <li>• Elektrochemische Syntheseverfahren (Chlor-Alkali-Elektrolyse, Aluminium-Schmelzflusselektrolyse)</li> <li>• Elektrochemische Energiegewinnung (Batterien, Akkumulatoren und Brennstoffzellen)</li> </ul>
<b>20b. Medienformen</b>	Vorlesungsskript, Beispielaufgaben, Übungsblock
<b>21b. Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• V. M. Schmidt: Elektrochemische Verfahrenstechnik, Wiley VCH</li> <li>• H. Wendt, G. Kreysa: "Electrochemical Engineering", Springer Verlag, 1999</li> </ul>
<b>22b. Sonstiges</b>	...

## Studien-/Prüfungsleistung

<b>23. Nr.</b>	<b>24. Zugeordnete Lehrveranstaltung</b>	<b>25. P.-Typ</b>	<b>26. LP</b>	<b>27. Benotung</b>	<b>28. Anteil an der Modulnote</b>
<b>1</b>	Elektrochemische Grundlagen	MTP	3	benotet	50 %
<b>2</b>	Elektrochemische Verfahrenstechnik	MTP	3	benotet	50 %
<b>Zu Nr. 1:</b>					
<b>29a. Prüfungsform / Voraussetzung für die Vergabe von LP</b>		Klausur ab 6 Teilnehmenden (90 Minuten) oder mündliche Prüfung bis 5 Teilnehmende (30 Minuten)			
<b>30a. Verantwortliche(r) Prüfer(in)</b>		Prof. Endres			
<b>31a. Verbindliche Prüfungsvorleistungen</b>		Keine			
<b>Zu Nr. 2:</b>					
<b>29b. Prüfungsform / Voraussetzung für die Vergabe von LP</b>		Klausur ab 6 Teilnehmenden (90 Minuten) oder mündliche Prüfung bis 5 Teilnehmende (30 Minuten)			
<b>30b. Verantwortliche(r) Prüfer(in)</b>		Prof. Kunz			
<b>31b. Verbindliche Prüfungsvorleistungen</b>		Keine			

<b>1a. Modultitel (deutsch)</b> Grundstoffindustrie und Energiewende	<b>1b. Modultitel (englisch)</b> Primary Industry and Energy Transition
---	--

<b>2. Verwendbarkeit des Moduls in Studiengängen</b> M.Sc. Energiesystemtechnik, M.Sc. Umweltverfahrenstechnik und Recycling			
<b>3. Modulverantwortliche(r)</b> Prof. Hauer		<b>4. Zuständige Fakultät</b> Fakultät für Energie- und Wirtschaftswissenschaften	
<b>6. Sprache</b> Deutsch		<b>7. LP</b> 4	
<b>8. Dauer</b> <input checked="" type="checkbox"/> 1 Semester <input type="checkbox"/> 2 Semester		<b>9. Angebot</b> <input type="checkbox"/> jedes Semester <input checked="" type="checkbox"/> jedes Studienjahr <input type="checkbox"/> unregelmäßig	
<b>10. Lern-/Qualifikationsziele des Moduls</b> Den Studierenden sollen Herausforderungen und entsprechende Lösungsansätze vermittelt werden, die die Energiewende für den Bereich der industriellen Produktion mit sich bringt. Es wird dabei auf die energieintensive Grundstoffindustrie und hier insbesondere auf die Stahlindustrie eingegangen.  <i>Students learn about the challenges and corresponding solutions that the energy transition poses for the industrial production sector. The focus is on the energy-intensive basic materials industry and the steel industry in particular.</i>			

Lehrveranstaltungen						
11. Nr.	12. Lehrveranstaltungstitel (deutsch/englisch)	13. Dozent(in)	14. LV-Nr.	15. LV-Art	16. SWS	17. Arbeitsaufwand Präsenz-/Eigenstudium
1	Grundstoffindustrie und Energiewende (Primary Industry and Energy Transition)	Dr.-Ing. Stefan Mecke (Salzgitter AG)	S 8873	V/Ü	3	42 h / 78 h
<b>18. Empf. Voraussetzungen</b>		Grundlagen der Chemie und technischen Thermodynamik				
<b>19. Inhalte</b>		Der globale „Treibhauseffekt“ (als eine Motivation für die Energiewende) <ul style="list-style-type: none"> <li>– Naturwissenschaftliche Grundlagen</li> <li>– Einige Kernaussagen IPCC-Berichte u.ä.</li> <li>– Kritische Stimmen</li> <li>– Abgeleitete politische Zielstellungen</li> </ul>				

	<p>EU-Emissionshandel (ETS) als politisches „Werkzeug“ um u.a. in der Industrie CO<sub>2</sub> – als wichtigstes Treibhausgas (THG) – einzusparen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Grundlagen des ETS</li> <li>– Wie beeinflussen CO<sub>2</sub>-Kosten die Wirtschaftlichkeit von Investitionen/Produktionsgütern?</li> <li>– „Carbon-Leakage“-Thematik</li> </ul> <p>Energiewende</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Ziele</li> <li>– bisheriger Stand</li> </ul> <p>Energieeffizienz als eine Säule der Energiewende</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Energieeffizienz-Programme in der Grundstoffindustrie</li> <li>– Energieeffizienzmaßnahmen Querschnittstechnologien</li> <li>– Energiemanagement nach der Norm ISO 50001</li> </ul> <p>Energieintensive Grundstoffindustrie</p> <p>Einbindung in Wertschöpfungsketten</p> <p>Energieintensive Branchen als Teilnehmer im ETS</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Chemische Industrie</li> <li>– Raffinerien</li> <li>– Mineralverarbeitende Industrie</li> <li>– Eisen- und Stahlindustrie</li> </ul> <p>Energieflüsse bei der Stahlerzeugung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Integriertes Hüttenwerk – Aufbau, Prozesse, Energieflüsse, ...</li> <li>– Elektrostahlwerk – Aufbau, Prozesse, Energieflüsse, ...</li> </ul> <p>Mögliche Ansätze der Grundstoffindustrie zur Anpassung an die Erfordernisse der Energiewende</p> <p>Exemplarische Vertiefung sogenannter „Breakthrough-Technologien“ am Beispiel der Primärstahlerzeugung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Technische Beschreibung</li> <li>– Energetische und THG-seitige Betrachtung</li> <li>– wirtschaftliche Konsequenzen</li> </ul> <p>Einbindung industrieller Großverbraucher in mögliche „Stromnetze der Zukunft“</p>
<b>20. Medienformen</b>	Folienpräsentation
<b>21. Literatur</b>	Wird ggf. im Rahmen der Vorlesung bekannt gegeben
<b>22. Sonstiges</b>	

Studien-/Prüfungsleistung					
23. Nr.	24. Zugeordnete Lehrveranstaltung	25. P.-Typ	26. LP	27. Benotung	28. Anteil an der Modulnote
1	Grundstoffindustrie und Energiewende	MP	4	benotet	100 %
<b>29. Prüfungsform / Voraussetzung für die Vergabe von LP</b>		mündliche Prüfung (20 Minuten)			
<b>30. Verantwortliche(r) Prüfer(in)</b>		Prof. Hauer			
<b>31. Verbindliche Prüfungsvorleistungen</b>		keine			

**1. Module title (English)**

## Hydrometallurgy

**2. Utilisability of the module in degree programmes**

M.Sc. Umweltverfahrenstechnik und Recycling

<b>3. Person(s) responsible for module</b> Prof. Bengi Yagmurlu		<b>4. Relevant faculty</b> Faculty of Energy and Economic Sciences	<b>5. Module number</b>
<b>6. Language</b> English	<b>7. ECTS</b> 12	<b>8. Duration</b> [ ] 1 semester [X] 2 semester	<b>9. To be offered</b> [ ] each semester [X] each study year [ ] irregularly

**10. Learning/qualification objectives of the module**

- Defining and describing the theory behind the major hydrometallurgical operations
- Demonstrating, experiencing, evaluating and reporting the main hydrometallurgical methods
- Observing the practices of hydrometallurgy in real settings
- Deciding the proper processing methods/alternatives and equipment for different raw materials
- Identifying complex mineral processing problems and proposing scientific solutions
- Designing original hydrometallurgical process flow diagrams for specific purposes

<b>Courses</b>						
<b>11. No.</b>	<b>12. Title of the course</b>	<b>13. Lecturer</b>	<b>14. Course -No.:</b>	<b>15. Type of course</b>	<b>16. SWS</b>	<b>17. Workload attendance/ internal study</b>
<b>1</b>	Principles of Hydrometallurgy	Prof. Yagmurlu	W 6212	2V+2Ü	4	56 h / 124 h
<b>2</b>	Practices of Hydrometallurgy	Prof. Yagmurlu	S 6213	3V+1E	4	80 h / 100 h
<b>Sum:</b>					8	136 h / 224 h
<b>About No. 1:</b>						
<b>18a. Rec. prerequisites</b>		None				
<b>19a. Contents</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction of hydrometallurgy, its differences and applications</li> <li>• Explanation of basic diagrams for hydrometallurgical operations</li> <li>• Leaching process and applications</li> <li>• Solid/Liquid separation methods</li> <li>• Metal separation and purification methods and applications</li> </ul>				

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Metal recovery operations and applications</li> <li>• Laboratory demonstrations of hydrometallurgical operations</li> </ul>
<b>20a. Media forms</b>	PowerPoint presentations, laboratory script and work sheets
<b>21a. Literature</b>	<p>Havlík, Tomáš. Hydrometallurgy: Principles and applications. Elsevier, 2014.</p> <p>Free, Michael L. Hydrometallurgy: fundamentals and applications. Springer Nature, 2021.</p> <p>Burkin, Alfred R. Chemical Hydrometallurgy: Theory and Principles, Imperial College Press, 2001.</p> <p>SME Mineral Processing &amp; Extractive Metallurgy Handbook, Society for Mining, Metallurgy and Exploration, 2019.</p>
<b>22a. Other</b>	...
<b>About No. 2:</b>	
<b>18b. Rec. prerequisites</b>	Principles of Hydrometallurgy
<b>19b. Contents</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definition of process flow diagrams</li> <li>• Important aspects and criteria for hydrometallurgical process design</li> <li>• Case studies of the selected metal processes (aluminum, copper, titanium, nickel-cobalt, precious metals, radioactive metals, rare earth metals, recycling operations)</li> <li>• Excursions to observe the hydrometallurgical operations in industrial settings</li> <li>• Designing niche hydrometallurgical solutions to complex processing issues</li> </ul>
<b>20b. Media forms</b>	PowerPoint presentations, work sheets
<b>21b. Literature</b>	<p>Havlík, Tomáš. Hydrometallurgy: Principles and applications. Elsevier, 2014.</p> <p>Free, Michael L. Hydrometallurgy: fundamentals and applications. Springer Nature, 2021.</p> <p>Burkin, Alfred R. Chemical Hydrometallurgy: Theory and Principles, Imperial College Press, 2001.</p> <p>SME Mineral Processing &amp; Extractive Metallurgy Handbook, Society for Mining, Metallurgy and Exploration, 2019.</p>
<b>22b. Other</b>	...

### Study/examination performance

<b>23. No.</b>	<b>24. Assigned courses</b>	<b>25. P.-type</b>	<b>26. ECTS</b>	<b>27. Evaluation</b>	<b>28. Proportion of module grade</b>
<b>1</b>	Principles of Hydrometallurgy	MTP	6	graded	50 %
<b>2</b>	Practices of Hydrometallurgy	MTP	6	graded	50 %
<b>29. Form of examination / prerequisite for the award of credit points</b>		<p><u>Course No.1:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Lab reports/presentations</li> <li>- Final examination</li> </ul> <p><u>Course No.2:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Excursion reports</li> <li>- Term project <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Literature presentation</li> <li>▪ Final Seminar</li> <li>▪ Project Report</li> </ul> </li> </ul>			
<b>30. Responsible examiner</b>		Prof. Yagmurlu			
<b>31. Preliminary examinations</b>					

<b>1a. Modultitel (deutsch)</b> Industriemineralien und Schlackenverwertung	<b>1b. Modultitel (englisch)</b> Industrial Minerals and Slag Utilization
--	--

**2. Verwendbarkeit des Moduls in Studiengängen**  
 M.Sc. Materialwissenschaft und Werkstofftechnik, M.Sc. Umweltverfahrenstechnik und Recycling

<b>3. Modulverantwortliche(r)</b> Prof. Dr. Lukas Porz		<b>4. Zuständige Fakultät</b> Fakultät für Natur- und Materialwissenschaften	<b>5. Modulnummer</b>
<b>6. Sprache</b> Deutsch	<b>7. LP</b> 4	<b>8. Dauer</b> [X] 1 Semester [ ] 2 Semester	<b>9. Angebot</b> [ ] jedes Semester [X] jedes Studienjahr [ ] unregelmäßig

**10. Lern-/Qualifikationsziele des Moduls**

Die Studierenden kennen die wichtigsten Industriemineralien und können diese industriellen Prozessen zuordnen. Sie beherrschen die Rohstoffmerkmale, Aufbereitungsprozesse und Qualitätsklassen. Weiterhin lernen sie die dazugehörigen Märkte kennen und können deren Verflechtungen mit der industriellen Produktion erfassen.

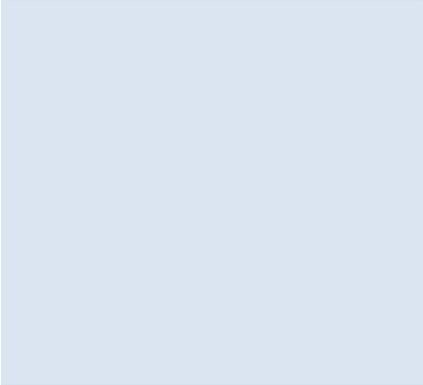
Die Studierenden kennen die industriellen Schlacken, ihre Erzeugung und Verwertung. Sie beherrschen die Qualitätsmerkmale, Aufbereitungsprozesse und Klassen. Weiterhin lernen sie die dazugehörigen Märkte kennen und können deren Verflechtungen mit der industriellen Produktion erfassen. Ferner werden heutige und zukünftige Nachhaltigkeitsanforderungen vermittelt.

*Students get to know the main industrial minerals and can classify them according to industrial processes. They know the raw material characteristics, preparation processes and quality classes. They will also be familiar with the associated markets and be able to identify their links within the industrial production.*

*The students get familiar with industrial slags, their production and use. They will know the quality characteristics, preparation processes and classes. Also they get knowledge about associated markets and enabled to identify specific links with industrial production. They will also learn about current and future sustainability requirements.*

<b>Lehrveranstaltungen</b>						
<b>11. Nr.</b>	<b>12. Lehrveranstaltungstitel (deutsch/englisch)</b>	<b>13. Dozent(in)</b>	<b>14. LV-Nr.</b>	<b>15. LV-Art</b>	<b>16. SWS</b>	<b>17. Arbeitsaufwand Präsenz-/Eigenstudium</b>
1	Industriemineralien Industrial Minerals	Dr. Stephan Blöß	W 7891	V/Ü/S	1	14 h / 46 h

<b>2</b>	Schlackenverwertung Utilization of Slags	Dr. Andreas Ehrenberg	S 7892	V/Ü/S	1	14 h / 46 h
<b>Summe:</b>					2	28 h / 92 h
<b>Zu Nr. 1:</b>						
<b>18a. Empf. Voraussetzungen</b>		keine				
<b>19a. Inhalte</b>		<p>1) <b>Allgemeine Einführung</b> Industrieminerale (Definition, Massenströme und Verwendung, sowie Produktionstechniken (Förderung, Aufbereitung, Herstellung, Nachbehandlung))</p> <p>2) <b>Tonminerale</b> (Definition von Tonmineralien (Typologie der Silikate, (Weiter-)Verarbeitung von Tonen, Anwendungsgebiete)) und Mineralogie (Klassifizierung und Arten von Mineralien)</p> <p>3) <b>Titandioxid</b> (Vom Erz zum Pigment (Sulfatprozess, Chloridprozess, Einsatzgebiete)) und Kristallographie (Kristallsysteme, Röntgenographie)</p> <p>4) <b>Eisenoxide</b> (Eisen(hydr)oxide (Fe(II) versus Fe(III), Verfahrensmethoden, Anwendungsgebiete)) und Magnetismus (Spintheorie, Formen des Magnetismus))</p> <p>5) <b>Aluminiumoxid</b> (Gewinnung von Aluminium (Herstellung, Anwendung)) und Kolloidik (Oberflächenpotentiale, Stabilisierung)</p> <p>6) <b>Siliziumdioxid</b> (Gewinnung von Silizium (Herstellung, Anwendung)) und Rheologie (Viskosimetrie, Phänomologie)</p> <p>7) <b>Sonderminerale</b> (Spinelle und Zeolite (Dotierungen, Modifizierungen)) und Katalytik (Photokatalyse)</p>				
<b>20a. Medienformen</b>		Freie Rede, Beamer-Präsentation, Skript, Gruppenübungen, Referate				
<b>21a. Literatur</b>		<p>Karl Jasmund &amp; Gerhard Lagaly: Tonminerale und Tone; Steinkopff 1993, Darmstadt, ISBN: 3-7985-0923-9</p> <p>Ulrich Müller: Anorganische Strukturchemie; B. G. Teubner 1996, Stuttgart, ISBN: 3-519-23512-9</p>				
<b>22a. Sonstiges</b>						
<b>Zu Nr. 2</b>						
<b>18b. Empf. Voraussetzungen</b>		keine				
<b>19b. Inhalte</b>		<b>Was sind Schlacken?</b>				



**Technische Eigenschaften und Nutzung der Schlacken**  
(von der Antike bis heute)

<b>1a. Modultitel (deutsch)</b> Kunststoffverarbeitung I	<b>1b. Modultitel (englisch)</b> Plastics Processing I
---	---

<b>2. Verwendbarkeit des Moduls in Studiengängen</b>			
M.Sc. Umweltverfahrenstechnik und Recycling			
<b>3. Modulverantwortliche(r)</b> Dr. L. Steuernagel		<b>4. Zuständige Fakultät</b> Fakultät für Natur- und Materialwissenschaften	
<b>5. Modulnummer</b>			
<b>6. Sprache</b> Deutsch	<b>7. LP</b> 6	<b>8. Dauer</b> [X] 1 Semester [ ] 2 Semester	<b>9. Angebot</b> [ ] jedes Semester [X] jedes Studienjahr [ ] unregelmäßig
<b>10. Lern-/Qualifikationsziele des Moduls</b>			
<p>Die Studierenden beherrschen die Kunststoffverarbeitung von schmelzfähigen Systemen in der Theorie und können die Verarbeitungsmaschinen und -prozesse beschreiben und erläutern. Weiterhin haben sie durch praktische Übungen an den Maschinen einen Einblick in die Kunststoffverarbeitungsprozesse. Die Studierenden können die Besonderheiten der jeweiligen Verarbeitungsschritte nennen sowie diese materialspezifisch beschreiben und einordnen.</p> <p><i>The students master the theory of plastics processing of meltable systems and can describe and explain the processing machines and processes. They also gain an insight into plastics processing processes through practical exercises on the machines. The students can name the special features of the respective processing steps and describe and classify them based on the material.</i></p>			

<b>Lehrveranstaltungen</b>						
<b>11. Nr.</b>	<b>12. Lehrveranstaltungstitel (deutsch/englisch)</b>	<b>13. Dozent(in)</b>	<b>14. LV-Nr.</b>	<b>15. LV-Art</b>	<b>16. SWS</b>	<b>17. Arbeitsaufwand Präsenz-/Eigenstudium</b>
1	Kunststoffverarbeitung I (Plastics Processing I)	Dr. L. Steuernagel	W 7703	3V/1Ü	4	56 h / 124 h
<b>Summe:</b>					4	56 h / 124 h

<b>Zu Nr. 1:</b>	
<b>18a. Empf. Voraussetzungen</b>	keine
<b>19a. Inhalte</b>	<p>1. Aufbereitung von Kunststoffen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Zuschlagsstoffe</li> <li>- Mischtechnologie</li> <li>- Granulierung</li> <li>- Anlagenkonzepte</li> </ul> <p>2. Grundlagen zum Verarbeitungsverhalten</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fließverhalten von Polymeren (newtonsch, strukturviskos)</li> <li>- Thermodynamische Zustandsgrößen</li> <li>- Rheometrie</li> </ul> <p>3. Extrusionstechnik</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Einschnecken-/Doppelschneckenextruder</li> <li>- Förderwirksame Einzugszone, Förderverhalten</li> <li>- Folien-/Plattenextrusion, Düsenauslegung</li> <li>- Blasformtechnologie, Mehrfachfolienextrusion</li> </ul> <p>4. Spritzgießtechnik</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Maschinenteknik Plastifiziereinheit, Schließeinheit, Werkzeuge der Spritzgießtechnik</li> <li>- Spritzgießtechnik; Aufschmelzverhalten, Einspritzvorgang, Abkühlvorgang</li> <li>- Prozesskenngrößen; p-v-T-Diagramm, Schwindung und Verzug, Eigenspannungen</li> </ul> <p>5. Press-/Spritzpresstechnik</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aushärtende Formmassen; Fließ- Härtingsverlauf, Verarbeitungsprozessgrößen, Eigenspannungen, Schwindung, Verzug</li> <li>- Verfahrensablauf; Erfassung charakteristischer Prozessparameter, Optimierungskonzepte</li> <li>- Spritzprägen; Fließfunktion als Funktion der Prozessgrößen</li> <li>- Sondertechniken</li> </ul> <p>6. Prozesstechnik für Hybridsysteme</p> <p>7. Grundregeln zur Konstruktion mit thermoplastischen Systemen</p>
<b>20a. Medienformen</b>	Abrufbare Skripte, Tafel, Präsentationen, Videos
<b>21a. Literatur</b>	<p>Standardwerke:</p> <p>W. Michaeli: Einführung in die Kunststoffverarbeitung, Carl Hanser verlag, ISBN 978-3-446-42488-3</p> <p>W. Michaeli: Technologie der Kunststoffe, Carl Hanser Verlag, ISBN 978-3-446-41514-0</p>
<b>22a. Sonstiges</b>	

<b>Studien-/Prüfungsleistung</b>					
<b>23. Nr.</b>	<b>24. Zugeordnete Lehrveranstaltungen</b>	<b>25. P.-typ</b>	<b>26. LP</b>	<b>27. Benotung</b>	<b>28. Anteil an der Modulnote</b>
<b>1</b>	Kunststoffverarbeitung I	MP	6	benotet	100 %
<b>29. Prüfungsform / Voraussetzung für die Vergabe von LP</b>		Klausur (90 Minuten)			
<b>30. Verantwortliche(r) Prüfer(in)</b>		Dr. Leif Steuernagel			
<b>31. Prüfungsvorleistungen</b>		keine			

<b>1a. Modultitel (deutsch)</b> Life Cycle Assessment	<b>1b. Modultitel (englisch)</b> Life Cycle Assessment
--	---

**2. Verwendbarkeit des Moduls in Studiengängen**  
M.Sc. Umweltverfahrenstechnik und Recycling, M.Sc. Verfahrenstechnik/Chemieingenieurwesen, M.Sc. Technische Betriebswirtschaftslehre

<b>3. Modulverantwortliche(r)</b> Prof. Dr.-Ing. Christine Minke		<b>4. Zuständige Fakultät</b> Fakultät für Energie- und Wirtschaftswissenschaften	<b>5. Modulnummer</b>
<b>6. Sprache</b> Deutsch / Englisch	<b>7. LP</b> 6	<b>8. Dauer</b> [X] 1 Semester [ ] 2 Semester	<b>9. Angebot</b> [ ] jedes Semester [X] jedes Studienjahr [ ] unregelmäßig

**10. Lern-/Qualifikationsziele des Moduls**

Die Studierenden können das Konzept der Nachhaltigkeit und den durch anthropogene Aktivitäten verursachten „Treibhauseffekt“ erläutern. Sie können die Grundbegriffe des Life Cycle Assessment/der Ökobilanzierung beschreiben und die Schritte einer Ökobilanz nach DIN ISO 14040/44 wiedergeben sowie Anwendungsbeispiele aus dem Bereich der Ingenieurwissenschaften formulieren. Die Studierenden können die Software Umberto® und die Datenbank Ecoinvent anwenden und sind in der Lage, eine stoffstrombasierte Ökobilanz durchzuführen. Sie können Bewertungskriterien zur Einordnung von Ökobilanzdaten ableiten und Ökobilanzstudien kritisch bewerten.

*The students will be able to explain the concept of sustainability and the "greenhouse effect" caused by anthropogenic activities. They can describe the basic principles of Life Cycle Assessment (LCA) and outline the steps of an environmental LCA according to DIN ISO 14040/44. They can also provide application examples from the field of engineering. The students will be able to utilize the Umberto® software and the Ecoinvent database, and they will be capable of conducting a material flow-based LCA. They can derive evaluation criteria for interpreting LCA data and critically evaluate LCA studies.*

<b>Lehrveranstaltungen</b>						
<b>11. Nr.</b>	<b>12. Lehrveranstaltungstitel (deutsch/englisch)</b>	<b>13. Dozent(in)</b>	<b>14. LV-Nr.</b>	<b>15. LV-Art</b>	<b>16. SWS</b>	<b>17. Arbeitsaufwand Präsenz-/Eigenstudium</b>
1	Life Cycle Assessment (Ökobilanz)	Prof. Minke	W 8420	V/S	2	28 h / 62 h
2	Modellierung mit LCA-Software	Prof. Minke	W 6219	Ü	2	16 h / 74 h
<b>Summe:</b>					4	44 h / 136 h

<b>Zu Nr. 1:</b>	
<b>18a. Empf. Voraussetzungen</b>	keine
<b>19a. Inhalte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nachhaltigkeit und Produktlebenszyklus</li> <li>- Grundlagen der Ökobilanzierung (Methodik und Praxis)</li> <li>- Schritte einer Ökobilanz nach DIN ISO 14040/44</li> <li>- Erstellen einer Sachbilanz mit verschiedenen Allokationsmethoden</li> <li>- Wirkungsbilanz und Umweltindikatoren</li> <li>- Kritische Bewertung der Methodik, Datenbasis und Ergebnisse</li> </ul>
<b>20a. Medienformen</b>	Tafel, PowerPoint-Präsentation, Videos, Handout, Fallstudien
<b>21a. Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• M. Kaltschmitt, L. Schebek (Hrsg.): „Umweltbewertung für Ingenieure: Methoden und Verfahren“, Springer 2015</li> <li>• W. Klöpffer, B. Grahl: „Life Cycle Assessment (LCA): A Guide to Best Practice“, Wiley-VCH 2014 (Standardwerk)</li> <li>• W. Klöpffer, B. Grahl: „Ökobilanz (LCA): Ein Leitfaden für Ausbildung und Beruf“, Wiley-VCH 2009 (Standardwerk)</li> </ul>
<b>22a. Sonstiges</b>	...
<b>Zu Nr. 2:</b>	
<b>18b. Empf. Voraussetzungen</b>	„Life Cycle Assessment (Ökobilanz)“ in demselben Semester oder vorab
<b>19b. Inhalte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modellierung mit LCA-Software</li> <li>• Anwendung der Schritte einer Ökobilanz nach DIN ISO 14040/44</li> <li>• Definition von funktionellen Einheiten und Bilanzgrenzen</li> <li>• Erstellen von Sachbilanzen</li> <li>• Erstellen von Wirkungsabschätzungen</li> <li>• Interpretation der Ergebnisse, Sensitivitätsanalyse und Ableitung von Handlungsempfehlungen</li> </ul>
<b>20b. Medienformen</b>	Softwareschulung und Computerarbeit, PowerPoint-Präsentation, Handout
<b>21b. Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ifu Hamburg GmbH: “Tutorial - Life Cycle Assessment (LCA) with Umberto”, Hamburg 2018</li> <li>• ifu Hamburg GmbH: “Umberto® LCA+ (v10) User Manual”, Hamburg 2017</li> <li>• W. Klöpffer, B. Grahl: „Life Cycle Assessment (LCA): A Guide to Best Practice“, Wiley-VCH 2014 (Standardwerk)</li> </ul>
<b>22b. Sonstiges</b>	...

<b>Studien-/Prüfungsleistung</b>					
<b>23. Nr.</b>	<b>24. Zugeordnete Lehrveranstaltungen</b>	<b>25. P.-typ</b>	<b>26. LP</b>	<b>27. Benotung</b>	<b>28. Anteil an der Modulnote</b>
<b>1</b>	Life Cycle Assessment (Ökobilanz)	MP	3	benotet	100 %
<b>2</b>	Modellierung mit LCA-Software		3		
<b>29. Prüfungsform / Voraussetzung für die Vergabe von LP</b>		Seminarleistung: Modellierung, schriftliche Ausarbeitung und Präsentation			
<b>30. Verantwortliche(r) Prüfer(in)</b>		Prof. Minke			
<b>31. Prüfungsvorleistungen</b>		Keine			

**1a. Modultitel (deutsch)****1b. Modultitel (englisch)**

Metallurgische Verfahrenstechnik Metallurgical Process Engineering

**2. Verwendbarkeit des Moduls in Studiengängen**

M.Sc. Umweltverfahrenstechnik und Recycling, M.Sc. Wirtschaftsingenieurwesen, B.Sc. Materialwissenschaft und Werkstofftechnik

**3. Modulverantwortliche(r)**

Prof. Dr. Ing. Karl-Heinz Spitzer

**4. Zuständige Fakultät**Fakultät für Energie- und  
Wirtschaftswissenschaften**5. Modulnummer****6. Sprache**

Deutsch

**7. LP**

8

**8. Dauer**

[ ] 1 Semester

[X] 2 Semester

**9. Angebot**

[ ] jedes Semester

[X] jedes Studienjahr

[ ] unregelmäßig

**10. Lern-/Qualifikationsziele des Moduls**

Die Studierenden können die metallurgischen Grundoperationen und Prozesse erläutern und die ablaufenden physikalischen und chemischen Vorgänge beurteilen. Sie können die wesentlichen Anlagen und Reaktoren benennen und die Grundprinzipien der Anlagenauslegung formulieren. Sie verfügen über Kenntnisse der Herstellungsrouten der wichtigsten Metalle auf der Basis der physikalischen und chemischen Hintergründe sowie der verfahrenstechnischen Grundoperationen. Die Studierenden können die wichtigsten technischen Metalle und Legierungen angeben, sie können deren physikalische, technologische und ökologische Eigenschaften, deren wichtigste Anwendungsgebiete sowie Art und Umfang der wichtigsten Vorkommensformen beschreiben und vergleichen. Die Studierenden können die üblichen Herstellungsrouten aufzeichnen und verstehen die physikalischen und chemischen Hintergründe der Herstellungsprozesse. Die Studierenden sind in der Lage ein vertiefendes Verständnis der Grundoperationen der metallurgischen Prozesstechnik zu entwickeln.

*The students can explain the basic metallurgical operations and processes and assess the physical and chemical processes that occur. They can name the main plants and reactors and formulate the basic principles of plant design. They have knowledge of the production routes of the most important metals based on the physical and chemical backgrounds as well as the basic process engineering operations. The students can identify the most important technical metals and alloys and can describe and compare their physical, technological and ecological properties, their most important areas of application as well as the type and extent of the most important forms of occurrence. The students can record the usual manufacturing routes and understand the physical and chemical background of the manufacturing processes. Students are able to develop a deeper understanding of the basic operations of metallurgical process technology.*

**Lehrveranstaltungen**

11. Nr.	12. Lehrveranstaltungstitel (deutsch/englisch)	13. Dozent(in)	14. LV-Nr.	15. LV-Art	16. SWS	17. Arbeitsaufwand Präsenz-/Eigenstudium
1	Metallurgische Verfahrenstechnik I	Prof. Spitzer	W 7939	V+Ü	3	42 h / 78 h
2	Metallurgische Verfahrenstechnik II	Dr. Wendelstorf	W 7924	V+Ü	3	42 h / 78 h
<b>Summe:</b>					6	84 h / 156 h

**Zu Nr. 1:**

<b>18a. Empf. Voraussetzungen</b>	Kenntnisse der Ingenieurmathematik I-III, der Thermochemie der Werkstoffe und der Physikalischen Chemie.
<b>19a. Inhalte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbereitungsverfahren <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Trennen Fest/Fest, Gas/Fest, Sintern, Pelletieren</li> </ul> </li> <li>• Vorbereitung zu Reduktions- und Raffinationsverfahren <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Pyrometallurgie: Rösten, Schwebe-, Zyklon-, Badschmelzen (Cu, Pb, Zn),</li> <li>○ Technologie der Gasreinigung</li> <li>○ Hydrometallurgie: Laugung, Drucklaugung, Fest-Flüssig-Trennung</li> </ul> </li> <li>• Reduktionsverfahren: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Pyrometallurgie: Hochofen, Direktreduktionsverfahren, Schachtofen Pb/Zn,</li> <li>○ Röstreduktion (Pb, Cu), Metallothermische Reduktion (Mg)</li> <li>○ Hydrometallurgie: Fällung (Cu), Wasserstoffreduktion</li> </ul> </li> <li>• Raffinationsverfahren: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Pyrometallurgie: Konverter, Pfannenmetallurgie, Vakuumbehandlung (Fe)</li> <li>○ Selektive Oxidation, Schwefelung (Cu, Pb), Fällung (Pb), Destillation,</li> <li>○ Hydrometallurgie: Solventextraktion, Kristallisation, Fällung (Zementation)</li> </ul> </li> <li>• Elektrometallurgie: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Wässrige Raffinations- und Reduktionselektrolysen, Schmelzflusselektrolysen</li> </ul> </li> <li>• Energiebereitstellung:</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Prozesswärme, exotherme und endotherme Prozesse;</li> <li>○ Wärmeerzeugung durch Verbrennung, direkte Einkopplung durch</li> <li>○ Verbrennungsgase,</li> <li>○ indirekte Einkopplung, Kühlung;</li> <li>○ Einkopplung elektrischer Energie, konduktive Erwärmung, Strahlung,</li> <li>○ induktive Erwärmung,</li> <li>○ Plasma/Lichtbogen, Elektronenstrahl, elektrochemische Energienutzung</li> </ul>
<b>20a. Medienformen</b>	Tafel, Folien, Powerpoint, Filme
<b>21a. Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• H. Schumann: Metallographie, Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, 1991</li> <li>• F. Pawlek, Metallhüttenkund, de Gruyter</li> <li>• F. Oeters: Metallurgie der Stahlherstellung, Stahleisen, Düsseldorf, 1989</li> <li>• L. von Bogdandy, H.-J. Engell: Die Reduktion der Eisenerze, Springer Verlag 1967</li> <li>• Handbook of Extractive Metallurgy, Vol. 2, ed. by F. Habashi, Wiley-VCH, Weinheim, (1997)</li> <li>• D. R. Askeland: Materialwissenschaften, Spektrum Akademischer Verlag, 1996</li> <li>• D. Altenpohl: Aluminium von Innen, Aluminium-Verlag, 1994</li> <li>• C. Kammer: Magnesium-Taschenbuch, Aluminium-Verlag, 2000</li> </ul>
<b>22a. Sonstiges</b>	...
<b>Zu Nr. 2:</b>	
<b>18b. Empf. Voraussetzungen</b>	Grundlagen der Thermodynamik, Grundlagen der Verfahrenstechnik
<b>19b. Inhalte</b>	<p><b>1. Verfahrenstechnische Grundlagen</b> (Stöchiometrie, Thermodynamik, Kinetik)</p> <p><b>2. Gewinnung von Kupfer</b> (Eigenschaften, Verwendung, Vorkommen; Hydrometallurgie von Kupfer: Laugung, Solventextraktion; Fällung: Reaktionen, Thermodynamik, Kinetik, Technologie; Pyrometallurgie von Kupfer: Verfahren des Steinschmelzens und Konvertierens, Pyrometallurgische und elektrolytische Raffination von Kupfer, Reaktionen, Thermodynamik, Kinetik)</p>

	<p><b>3. Gewinnung von Aluminium</b> (Eigenschaften, Verwendung, Vorkommen; Bayer Verfahren; Reduktion von Aluminiumoxid: Reduktion von Aluminiumoxid durch Schmelzflußelektrolyse Reaktionen, Thermodynamik, Kinetik)</p> <p><b>4. Gewinnung von Magnesium</b> (Eigenschaften, Verwendung, Vorkommen; Gewinnung von Magnesiumchlorid: aus Seewasser, Dolomit und Solen; Reduktion: Reduktion von Magnesiumchlorid durch Schmelzflußelektrolyse; silikothermische Reduktion von Magnesiumoxid)</p> <p><b>5. Gewinnung von Titan</b> (Gewinnung von TiO<sub>2</sub>, vom TiCl<sub>4</sub> zum Ti-Metall)</p> <p><b>6. Gewinnung von Zink</b> (Eigenschaften, Verwendung, Vorkommen; Pyrometallurgie von Zink: Rösten, indirekt (Retorte) und direkt (Schachtofen) beheizte Verfahren; Raffination durch Destillation Hydrometallurgie von Zink: Laugung, Reinigung von zinkhaltigen Lösungen durch Zementation; Zinkreduktionselektrolyse)</p> <p><b>7. Gewinnung von Blei</b> (Eigenschaften, Verwendung, Vorkommen, Hydrometallurgie von Blei; Pyrometallurgie von Blei: Röst - Reduktions – Prozesse; Röst - Reaktionen – Prozesse; Raffination von Blei: Reaktionen, Thermodynamik, Kinetik) falls gewünscht:</p> <p><b>8. Gewinnung von Eisen [bei Bedarf]</b> (Eigenschaften, Verwendung, Vorkommen; Reduktion: Hochofen, Direktreduktion, Reduktionsmittel (Koks, Gas: Erdgas, Wasserstoff); Raffination: Konverter, Sekundärmetallurgie (Desoxidation, Entschwefelung, Vakuumbehandlung) Reaktionen, Thermodynamik, Kinetik)</p> <p><b>5. Gewinnung von Lithium</b> (Eigenschaften, Verwendung, Vorkommen, Gewinnung)</p>
<b>20b. Medienformen</b>	Tafel, Powerpoint, Filme

<b>21b. Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• S Seetharaman (ed.): Treatise on Process Metallurgy (3 Bände, 2013)</li> <li>• Winnacker-Küchler: Chemische Technik (insbesondere Band 6a und 6b)</li> <li>• Ullmanns Encyclopedia of Industrial Chemistry. doi:10.1002/14356007</li> <li>• W.R.A. Vauck und H.A. Müller: Grundoperationen chemischer Verfahrenstechnik (11. Auflage 2000)</li> <li>• F. Pawlek: Metallhüttenkunde (1983)</li> <li>• F. Habashi (ed.): Handbook of Extractive Metallurgy (4 Bände, 1997)</li> <li>• F. Habashi: Textbook of Hydrometallurgy</li> <li>• F. Habashi: Textbook of Pyrometallurgy</li> </ul>
<b>22b. Sonstiges</b>	...

<b>Studien-/Prüfungsleistung</b>					
<b>23. Nr.</b>	<b>24. Zugeordnete Lehrveranstaltung</b>	<b>25. P.-Typ</b>	<b>26. LP</b>	<b>27. Benotung</b>	<b>28. Anteil an der Modulnote</b>
<b>1</b>	Metallurgische Verfahrenstechnik I	MTP	4	benotet	50 %
<b>2</b>	Metallurgische Verfahrenstechnik II	MTP	4	benotet	50 %
<b>Zu Nr. 1:</b>					
<b>29a. Prüfungsform / Voraussetzung für die Vergabe von LP</b>		mündliche Prüfung (30 – 60 Minuten)			
<b>30a. Verantwortliche(r) Prüfer(in)</b>		Prof. Spitzer			
<b>31a. Verbindliche Prüfungsvorleistungen</b>		Keine			
<b>Zu Nr. 2:</b>					
<b>29b. Prüfungsform / Voraussetzung für die Vergabe von LP</b>		mündliche Prüfung (30 – 60 Minuten)			
<b>30b. Verantwortliche(r) Prüfer(in)</b>		Dr. Wendelstorf			
<b>31b. Verbindliche Prüfungsvorleistungen</b>		Keine			

<b>1a. Modultitel (deutsch)</b> Mineralogische Grundlagen für das Recycling		<b>1b. Modultitel (englisch)</b> Mineralogical Basics for Recycling				
<b>2. Verwendbarkeit des Moduls in Studiengängen</b> M. Sc. Umweltverfahrenstechnik und Recycling						
<b>3. Modulverantwortliche(r)</b> Dr. rer. nat. Wilfried Ließmann		<b>4. Zuständige Fakultät</b> Fakultät für Energie- und Wirtschaftswissenschaften			<b>5. Modulnummer</b>	
<b>6. Sprache</b> Deutsch	<b>7. LP</b> 6	<b>8. Dauer</b> [ ] 1 Semester [X] 2 Semester			<b>9. Angebot</b> [ ] jedes Semester [X] jedes Studienjahr [ ] unregelmäßig	
<b>10. Lern-/Qualifikationsziele des Moduls</b> Die Studierenden können die Grundzüge mikroskopischer Bestimmungsmethoden im Durchlicht und im reflektierten Licht darstellen (Auflicht) und zur Identifizierung von kristallinen Phasen (mineralische Rohstoffe und synthetische Produkte) und die Interpretation deren Gefüge (Verwachsungen) anwenden.  <i>Students can demonstrate the basic principles of microscopic determination methods in transmitted light and reflected light (incident light) and use them to identify crystalline phases (mineral raw materials and synthetic products) and interpret their structure (adhesions).</i>						
<b>Lehrveranstaltungen</b>						
<b>11.Nr.</b>	<b>12. Lehrveranstaltungstitel (deutsch/englisch)</b>	<b>13. Dozent(in)</b>	<b>14. LV-Nr.</b>	<b>15. LV-Art</b>	<b>16. SWS</b>	<b>17. Arbeitsaufwand Präsenz-/Eigenstudium</b>
1	Spezielle Mikroskopie zur Aufbereitung	Dr. W. Ließmann	W 4455	V	2	28 h / 62 h
2	Angewandte Mikroskopie zur Aufbereitung	Dr. W. Ließmann	S 4456	Ü	2	28 h / 62 h
<b>Summe:</b>					4	56 h / 124 h
<b>Zu Nr. 1:</b>						
<b>18a. Empf. Voraussetzungen</b>		Grundwissen in Physik (Optik), Geologie , Allgemeiner und Spezieller Mineralogie (empfohlen)				

<b>19a. Inhalte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen und Grundbegriffe der Polarisations-mikroskopie</li> <li>• Schlifftypen und Präparationsverfahren</li> <li>• Lichtbrechung, Doppelbrechung, Dickenmessung, Reflexionskurven</li> <li>• Erkennen und Bestimmen von Isotropie, Anisotropie und Bireflexion</li> <li>• Erkennen und Bestimmen von Farben, Farbstichen und Innenreflexen</li> <li>• Anwendung von Ölimmersion</li> <li>• Abschätzen von Reflexionsvermögen und relativer Schleifhärte</li> </ul>
<b>20a. Medienformen</b>	Theoretische und praktische Unterweisung am Durchlicht- und am Auflicht-Mikroskop, Beamerprojektion von life-Bildern der Schliffe (Verwendung von Serienpräparaten)
<b>21a. Literatur</b>	Wird in der Vorlesung vorgestellt, Verteilung von einem Grundlagentext zur Einführung und für die Lehrveranstaltung konzipierten Bestimmungstabellen
<b>22a. Sonstiges</b>	Ein Katalog von ausgewählten Fotos der behandelten Präparate kann zur Nachbereitung online eingesehen werden.
<b>Zu Nr. 2:</b>	
<b>18b. Empf. Voraussetzungen</b>	Grundwissen in Aufbereitungstechnik (Klassier- und Sortierverfahren), Mineralogie und Erzlagerstättenkunde (empfohlen)
<b>19b. Inhalte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Quantitative Härtebestimmung (Vickersmethode)</li> <li>• Beobachtung und Interpretation typischer und besonderer Kristallisationsgefüge</li> <li>• Diagnose ausgewählter Minerale und künstlicher Produkte (z.B. Metall- u.a. Industrieschlacken)</li> <li>• Beobachtung und Bewertung ausgewählter Arten von Erzverwachsungen (Interngefüge)</li> <li>• Messung von Korngrößen und Aufschlusskorngrößen</li> <li>• Verfahren zur quantitativen Bestimmung von Mengenanteilen (point counter, Bildanalysen)</li> <li>• Begutachtung von Aufbereitungsprodukten (Konzentrate, Zwischenprodukte und Abgänge)</li> </ul>
<b>20b. Medienformen</b>	Theoretische und praktische Unterweisung am Durchlicht- und am Auflicht-Mikroskop

<b>21b. Literatur</b>	Wird in der Vorlesung vorgestellt
<b>22b. Sonstiges</b>	...

<b>Studien-/Prüfungsleistung</b>					
<b>23. Nr.</b>	<b>24. Zugeordnete Lehrveranstaltung</b>	<b>25. P.-Typ</b>	<b>26. LP</b>	<b>27. Benotung</b>	<b>28. Anteil an der Modulnote</b>
<b>1</b>	Spezielle Mikroskopie zur Aufbereitung	MP	3	benotet	100 %
<b>2</b>	Angewandte Mikroskopie zur Aufbereitung		3		
<b>Zu Nr. 1:</b>					
<b>29a. Prüfungsform / Voraussetzung für die Vergabe von LP</b>		Klausur (Dauer 90 Minuten), die im Kurs kennengelernten Mineralphasen müssen in jeweils 2 unbekanntem Präparaten mikroskopisch identifiziert werden; max. Zahl der Teilnehmenden: 10			
<b>30a. Verantwortliche(r) Prüfer(in)</b>		Dr. W. Ließmann			
<b>31a. Verbindliche Prüfungsvorleistungen</b>		Teilnahme an den Übungen			
<b>Zu Nr. 2:</b>					
<b>29b. Prüfungsform / Voraussetzung für die Vergabe von LP</b>		Klausur (90 Minuten), in jeweils 2 Präparaten müssen die Phasen bestimmt und die Verwachsungsverhältnisse interpretiert werden; max. Zahl der Teilnehmenden: 10			
<b>30b. Verantwortliche(r) Prüfer(in)</b>		Dr. W. Ließmann			
<b>31b. Verbindliche Prüfungsvorleistungen</b>		Teilnahme an den Übungen			

<b>1a. Modultitel (deutsch)</b> Polymer Thermodynamik	<b>1b. Modultitel (englisch)</b> Polymer Thermodynamics
--	--

<b>2. Verwendbarkeit des Moduls in Studiengängen</b> M.Sc. Verfahrenstechnik/Chemieingenieurwesen, M.Sc. Umweltverfahrenstechnik und Recycling, M.Sc. Materialwissenschaften und Werkstofftechnik, M.Sc. Wirtschaftsingenieurwesen			
<b>3. Modulverantwortliche(r)</b> Prof. Dr. M. Fischlschweiger		<b>4. Zuständige Fakultät</b> Fakultät für Energie- und Wirtschaftswissenschaften	
<b>5. Modulnummer</b>		<b>6. Sprache</b> Englisch	
<b>7. LP</b> 6		<b>8. Dauer</b> <input checked="" type="checkbox"/> 1 Semester <input type="checkbox"/> 2 Semester	
<b>9. Angebot</b> <input type="checkbox"/> jedes Semester <input checked="" type="checkbox"/> jedes Studienjahr <input type="checkbox"/> unregelmäßig		<b>10. Lern-/Qualifikationsziele des Moduls</b> Studierende können die Herstellungs-, Verarbeitungs- und Recyclingverfahren von Polymeren mit den Methoden der Thermodynamik analysieren. Studierende sind in der Lage, Energie- und Stoffumwandlungen in der Polymerverfahrenstechnik mit den Methoden der Thermodynamik zu berechnen und insbesondere Stoffkreisläufe zu bewerten. Studierende können selbstständig, im Rahmen der Übung, die Methodik des Prozessdesigns für die Herstellung, die Verarbeitung und das Recycling von Polymeren auf Basis der Thermodynamik anwenden. <i>Students can analyze the production, processing and recycling processes of polymers using thermodynamics methods.</i> <i>Students are able to calculate energy and material conversions in polymer process engineering using thermodynamics methods and, in particular, to evaluate material cycles.</i> <i>Students can independently apply the process design methodology for the production, processing and recycling of polymers based on thermodynamics as part of the exercise.</i>	

<b>Lehrveranstaltungen</b>						
<b>11. Nr.</b>	<b>12. Lehrveranstaltungstitel (deutsch/englisch)</b>	<b>13. Dozent(in)</b>	<b>14. LV-Nr.</b>	<b>15. LV-Art</b>	<b>16. SWS</b>	<b>17. Arbeitsaufwand Präsenz-/Eigenstudium</b>
1	Polymer Thermodynamik / Polymer Thermodynamics	Prof. Dr. M. Fischlschweiger	W 8509	2V/2Ü	4	56 h / 124 h
<b>Summe:</b>					4	56 h / 124 h

<b>Zu Nr. 1:</b>	
<b>18a. Empf. Voraussetzungen</b>	keine
<b>19a. Inhalte</b>	Eigenschaften von Polymeren, Herstellungs- Verarbeitungs- und Recyclingverfahren, Thermodynamische Modelle zur Beschreibung des Phasenverhaltens von Polymeren, Zustandsgleichungen für Polymere, Druckeinfluss auf Polymer-Phasengleichgewichte, Grenzflächeneigenschaften von Polymeren, Thermodynamische Modellierung von polymeren Herstellungs-, Verarbeitungs- und Recyclingprozessen, Bewertung von polymeren Stoffkreisläufen auf Basis der Thermodynamik
<b>20a. Medienformen</b>	Folien/Powerpoint, Tafel, Übungsaufgaben
<b>21a. Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• P.J. Flory: Principles of Polymer Chemistry, Cornell University Press, Ithaca and London, 16<sup>th</sup> Ed. 1995</li> <li>• J.M. Prausnitz, R.N. Lichtenthaler, E.G. Azevedo: Molecular Thermodynamics of Fluid-Phase Equilibria, Prentice Hall PTR, Third Ed. 1999</li> <li>• S. Enders, B.A. Wolf: Polymer Thermodynamics Liquid Polymer-Containing Mixtures, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2011</li> </ul>
<b>22a. Sonstiges</b>	...

<b>Studien-/Prüfungsleistung</b>					
<b>23. Nr.</b>	<b>24. Zugeordnete Lehrveranstaltungen</b>	<b>25. P.-Art</b>	<b>26. LP</b>	<b>27. Benotung</b>	<b>28. Anteil an der Modulnote</b>
<b>1</b>	Polymer Thermodynamik / Polymer Thermodynamics	MP	6	benotet	100 %
<b>29. Prüfungsform / Voraussetzung für die Vergabe von LP</b>		Klausur oder Moodle-Online-Prüfung (120 Minuten) Bei weniger als 15 Teilnehmenden mündlich (Prüfungszeit gemäß der allgemeinen Prüfungsordnung: 20 - 60 Minuten)			
<b>30. Verantwortliche(r) Prüfer(in)</b>		Prof. Dr. M. Fischlschweiger			
<b>31. Prüfungsvorleistungen</b>		Keine			

<b>1a. Modultitel (deutsch)</b> Polymerwerkstoffe I	<b>1b. Modultitel (englisch)</b> Polymer Materials I
--	---

<b>2. Verwendbarkeit des Moduls in Studiengängen</b> M.Sc. Umweltverfahrenstechnik und Recycling			
<b>3. Modulverantwortliche(r)</b> Dr. Leif Steuernagel		<b>4. Zuständige Fakultät</b> Fakultät für Natur- und Materialwissenschaften	
<b>5. Modulnummer</b>		<b>6. Sprache</b> Deutsch	
<b>7. LP</b> 6	<b>8. Dauer</b> [X] 1 Semester [ ] 2 Semester		<b>9. Angebot</b> [ ] jedes Semester [X] jedes Studienjahr [ ] unregelmäßig
<b>10. Lern-/Qualifikationsziele des Moduls</b> Die Studierenden können den Aufbau und die Struktur von Polymerwerkstoffen erläutern und diese hinsichtlich ihrer Eigenschaften für die Werkstoffauswahl anwenden. Sie beherrschen die Grundlagen der wichtigsten Verarbeitungsverfahren der thermoplastischen Polymere und können die dort entstehenden Abkühlvorgänge und das Kristallisieren der Schmelze erläutern. Weiterhin können Sie die Berechnungsgrundlagen zur Bestimmung des Fließverhaltens anwenden. Ebenfalls können die Studierenden Recyclingverfahren für Thermoplastische Systeme benennen, evaluieren und in den Gesamtkontext mit Nachhaltigkeit und Umweltfaktoren bringen.  <i>The students can explain the structure and structure of polymer materials and apply them to material selection in terms of their properties. They will master the basics of the most important processing processes for thermoplastic polymers and can explain the cooling processes and crystallization of the melt. They can also use the calculation principles to determine the flow behavior. Students can also name and evaluate recycling processes for thermoplastic systems and bring them into the overall context of sustainability and environmental factors.</i>			

<b>Lehrveranstaltungen</b>						
<b>11. Nr.</b>	<b>12. Lehrveranstaltungstitel (deutsch/englisch)</b>	<b>13. Dozent(in)</b>	<b>14. LV-Nr.</b>	<b>15. LV-Art</b>	<b>16. SWS</b>	<b>17. Arbeitsaufwand Präsenz-/Eigenstudium</b>
1	Polymerwerkstoffe I (Polymer Materials I)	Dr. L. Steuernagel	W 7705	3V/1Ü	4	56 h / 124 h
<b>Summe:</b>					4	56 h / 124 h
<b>Zu Nr. 1:</b>						

<b>18a. Empf. Voraussetzungen</b>	keine
<b>19a. Inhalte</b>	<p>1. Einführung in die Polymerwerkstoffe</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aufbau, Zustandsbereiche</li> <li>- Bindungskräfte von Polymeren</li> <li>- Einfluss von Zuschlagsstoffen</li> <li>- Reaktion vom Monomer zum Polymer</li> </ul> <p>2. Struktur der Polymerwerkstoffe</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Homogene Polymerwerkstoffe</li> <li>- Heterogene Polymerwerkstoffe</li> <li>- Heterogene Verbundwerkstoffe</li> </ul> <p>3. Schmelzeverhalten von Polymeren</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fließverhalten von Polymeren</li> <li>- Rechnerische Abschätzung nach Potenzgesetz</li> <li>- Viskositäts-Temperatur-Verschiebungsprinzip</li> <li>- Orientierungen in der Schmelze</li> <li>- Einfluss der Molekülgestalt</li> </ul> <p>4. Abkühlvorgänge von Polymeren aus der Schmelze</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Abkühlvorgänge</li> <li>- Thermodynamische Kenngrößen und Zustandsänderungen</li> <li>- Erstarrungsvorgänge bei amorphen und teilkristallinen Polymeren, Nukleierung</li> <li>- Kristallisationskinetik</li> <li>- Verzug-Eigenspannungen</li> </ul> <p>5. Mechanisches Verhalten</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kurzzeitbeanspruchung, Einfluss der Beanspruchungsgeschwindigkeit</li> <li>- Rechnerische Abschätzung nach verschiedenen Modellen (Maxwell-, Voigt-Kelvin-Modell)</li> <li>- Langzeitverhalten, Relaxations-, Retardationsvorgänge</li> <li>- Ermüdungs-, dynamisches und Stoßverhalten</li> </ul> <p>6. Thermisches Verhalten</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kalorimetrische Kenndaten von Polymeren</li> <li>- Temperatur-Steifigkeitsverhalten</li> <li>- Temperatur-Zeitgrenzen</li> <li>- Temperatur-Zeit-Verschiebungsprinzip</li> </ul> <p>7. Thermoplastrecycling</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Trennverfahren</li> <li>- Abfallaufbereitung</li> <li>- Thermische Verwertung von Kunststoffabfällen</li> </ul>

<b>20a. Medienformen</b>	Abrufbare Skripte, Tafel, Präsentationen, Videos
<b>21a. Literatur</b>	Standardwerke: Menges: Werkstoffkunde Kunststoffe, Carl Hanser Verlag, München Wien Kaiser: Kunststoffchemie für Ingenieure, Carl Hanser Verlag, München Wien Michaeli: Einführung in die Kunststoffverarbeitung, Carl Hanser Verlag, München Wien
<b>22a. Sonstiges</b>	

<b>Studien-/Prüfungsleistung</b>					
<b>23. Nr.</b>	<b>24. Zugeordnete Lehrveranstaltungen</b>	<b>25. P.-typ</b>	<b>26. LP</b>	<b>27. Benotung</b>	<b>28. Anteil an der Modulnote</b>
<b>1</b>	Polymerwerkstoffe I	MP	6	benotet	100 %
<b>29. Prüfungsform / Voraussetzung für die Vergabe von LP</b>		Klausur (90 Minuten)			
<b>30. Verantwortliche(r) Prüfer(in)</b>		Dr. Leif Steuernagel			
<b>31. Prüfungsvorleistungen</b>		keine			

<b>1a. Modultitel (deutsch)</b> Prozessmodellierung	<b>1b. Modultitel (englisch)</b> Process Modelling
--	---

<b>2. Verwendbarkeit des Moduls in Studiengängen</b> M.Sc. Umweltverfahrenstechnik und Recycling			
<b>3. Modulverantwortliche(r)</b> Dr. rer. nat. Jens Wendelstorf		<b>4. Zuständige Fakultät</b> Fakultät für Energie- und Wirtschaftswissenschaften	
<b>5. Modulnummer</b>		<b>6. Sprache</b> Deutsch	
<b>7. LP</b> 6	<b>8. Dauer</b> [ ] 1 Semester [X] 2 Semester		<b>9. Angebot</b> [ ] jedes Semester [X] jedes Studienjahr [ ] unregelmäßig
<b>10. Lern-/Qualifikationsziele des Moduls</b> Die Studenten können Prozesse und Systeme strukturiert betrachten und eine formale Schnittstelle zu einem Modell definieren, mit dem relevante Aspekte des Systemverhaltens simuliert werden können. Sie können einfache Prozessmodelle selbst realisieren und diese qualitativ und quantitativ analysieren (Validierung, Parametrierung). Sie sind in der Lage, für konkrete Anwendungen Modellierwerkzeuge und Modelle auszuwählen und Simulationsergebnisse zu bewerten. Die Studenten können mit <u>Mathematica</u> in der <u>Wolfram Language</u> einfache Prozessmodelle selbst erstellen, parametrieren und analysieren. Aufbauend auf den erworbenen Grundkenntnissen in der Prozessmodellierung und der <u>Wolfram Language</u> sind die Studierenden in der Lage weitere wissenschaftlichen Grundlagen (nichtlineare Dynamik) und die Praxis der Prozessmodellierung an Hand von Beispielen nachzuvollziehen. <i>Students can view processes and systems in a structured manner and define a formal interface to a model that can be used to simulate relevant aspects of a system's behavior. They can implement simple process models and analyze them qualitatively and quantitatively (validation, parameterization). They are able to select modeling tools and models for specific applications and evaluate simulation results. Using Mathematica and the Wolfram Language, students can create, parameterize and analyze simple process models themselves.</i> <i>Building on the acquired basic knowledge of process modeling and the Wolfram Language, students are able to understand further scientific principles (nonlinear dynamics) and the practice of process modeling using examples.</i>			

<b>Lehrveranstaltungen</b>						
<b>11. Nr.</b>	<b>12. Lehrveranstaltungstitel (deutsch/englisch)</b>	<b>13. Dozent(in)</b>	<b>14. LV-Nr.</b>	<b>15. LV-Art</b>	<b>16. SWS</b>	<b>17. Arbeitsaufwand Präsenz-/Eigenstudium</b>

<b>1</b>	Einführung in die Prozessmodellierung für Ingenieure	Dr. Wendelstorf	W 7925	V+Ü	3	42 h / 48 h
<b>2</b>	Prozessmodellierung für Ingenieure 2	Dr. Wendelstorf	S 7903	V+Ü	3	42 h / 48 h
<b>Summe:</b>					<b>6</b>	<b>84 h / 96 h</b>
<b>Zu Nr. 1:</b>						
<b>18a. Empf. Voraussetzungen</b>		Ing. Mathematik, Physik (Grundkenntnisse)				
<b>19a. Inhalte</b>		<p>Grundbegriffe der Prozessmodellierung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Konzepte, Paradigmen und Anwendungsfelder</li> </ul> <p>Grundlagen der Prozessmodellierung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Workflow</i> und Hierarchien bei der Beschreibung realer Prozesse.</li> </ul> <p>Einführung in die <u>Wolfram Language</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der z.Zt. einzigen lückenlosen Berechnungssprache.</li> </ul> <p>Übungsbeispiele Mikrowelle, Wasserkocher und Haus</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. An anschaulichen Beispielen werden Prozessmodelle von den Studierenden selbst erstellt und unter Verwendung echter Messdaten parametrisiert.</li> </ol> <p>Metamodellierung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Der Weg vom Modell zur Vorhersage und kritischen Analyse zukünftigen Systemverhaltens wird unter Verwendung selbst erstellter Modelle erlernt und eingeübt:                     <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schnittstellendefinition</li> <li>• Programmierung</li> <li>• Sensitivitätsanalyse und DOE</li> <li>• Parametrierung und Validierung</li> <li>• Einbindung in automatisierte Systeme.</li> </ul> </li> </ul>				
<b>20a. Medienformen</b>		Powerpoint, Tafel, Softwaresysteme (Mathematica, ..)				
<b>21a. Literatur</b>		Software-Dokumentation (Mathematica, pmLib) R. Aris (1994): Mathematical modelling techniques (ISBN 0-486-68131-9) K.M. Hangos, I.T. Cameron (2001): Process modelling and model analysis J. Wendelstorf (2015): Prozessmodellierung in der Hochtemperaturverfahrenstechnik. doi:10.21268/20160212-111545				
<b>22a. Sonstiges</b>		...				

<b>Zu Nr. 2:</b>	
<b>18b. Empf. Voraussetzungen</b>	Einführung in die Prozessmodellierung für Ingenieure (W7925)
<b>19b. Inhalte</b>	<p>Die Wissenschaft und Technologie der System- und Prozessmodellierung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Möglichkeiten und Grenzen einer weiteren Beschäftigung mit dem Thema werden diskutiert, in dem die Spezialgebiete und deren Werkzeuge kurz vorgestellt werden.</li> </ul> <p>Systematik der Prozessmodellierung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Prozessmodellierung wird als iterative Annäherung des Modells an die Realität verstanden und die allgemeine Systematik der Vorgehensweise (workflow) wird wiederholt.</li> </ul> <p>Prozessmodelle parametrieren und validieren</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Es werden fortschrittliche Verfahren zur Modellparametrierung und Validierung behandelt.</li> </ul> <p>Messfehler und Ihre Auswirkungen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Konzepte der verschiedenen Messunsicherheiten und Ihre Auswirkungen auf die Genauigkeit der Modellvorhersagen werden an Hand von Beispielen untersucht.</li> </ul> <p>Naturwissenschaftliche Grundlagen der Prozessmodellierung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Dem Hörerkreis entsprechend werden die Methoden der Implementierung von physikalischen und chemischen Grundlagen in Prozessmodelle behandelt.</li> </ul> <p>Ingenieurwissenschaftliche Grundlagen der Modellierung komplexer Prozesse</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Für die ausgewählten Anwendungsbeispiele werden die ingenieurwissenschaftlichen Grundlagen bereitgestellt.</li> </ul> <p>Beispiele aus der Praxis</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Auf der Basis der Fachgebiete der Hörer und dem jeweiligen Stand der Technik werden Prozessmodelle selbst erstellt, analysiert und optimiert. Die Realisierung erfolgt mit der Wolfram Language</li> </ul>
<b>20b. Medienformen</b>	Powerpoint, Tafel, Softwaresysteme (Mathematica)
<b>21b. Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>M M Denn (1986): Process modelling</li> <li>R Aris (1999): Mathematical Modeling A Chemical Engineer's Perspective</li> <li>J Mikles, M Fikar (2007): Process Modelling, Identification and Control</li> </ul>

<b>22b. Sonstiges</b>	...
-----------------------	-----

<b>Studien-/Prüfungsleistung</b>					
<b>23. Nr.</b>	<b>24. Zugeordnete Lehrveranstaltung</b>	<b>25. P.-Typ</b>	<b>26. LP</b>	<b>27. Benotung</b>	<b>28. Anteil an der Modulnote</b>
<b>1</b>	Einführung in die Prozessmodellierung für Ingenieure	MP	4	benotet	100 %
<b>2</b>	Prozessmodellierung für Ingenieure 2		4		
<b>Zu Nr. 1:</b>					
<b>29a. Prüfungsform / Voraussetzung für die Vergabe von LP</b>		Mündliche Modulprüfung (30 – 60 Minuten)			
<b>30a. Verantwortliche(r) Prüfer(in)</b>		Dr. Wendelstorf			
<b>31a. Verbindliche Prüfungsvorleistungen</b>		Keine			
<b>Zu Nr. 2:</b>					
<b>29b. Prüfungsform / Voraussetzung für die Vergabe von LP</b>		Mündliche Modulprüfung (30 – 60 Minuten)			
<b>30b. Verantwortliche(r) Prüfer(in)</b>		Dr. Wendelstorf			
<b>31b. Verbindliche Prüfungsvorleistungen</b>		Eigenes <i>computational document</i> , welches in der Prüfung vorgestellt werden muss.			

<b>1a. Modultitel (deutsch)</b> Umwelt- und Recyclingrecht	<b>1b. Modultitel (englisch)</b> Environmental und Recycling Law
---	---

<b>2. Verwendbarkeit des Moduls in Studiengängen</b> M.Sc. Umweltverfahrenstechnik und Recycling, M.Sc. Wirtschaftsingenieurwesen, M.Sc. Technische Betriebswirtschaftslehre			
<b>3. Modulverantwortliche(r)</b> Prof. Dr. jur. Hartmut Weyer		<b>4. Zuständige Fakultät</b> Fakultät für Energie- und Wirtschaftswissenschaften	
<b>5. Modulnummer</b>			
<b>6. Sprache</b> Deutsch	<b>7. LP</b> 6	<b>8. Dauer</b> [ ] 1 Semester [X] 2 Semester	<b>9. Angebot</b> [ ] jedes Semester [X] jedes Studienjahr [ ] unregelmäßig

**10. Lern-/Qualifikationsziele des Moduls**

Die Studierenden können das Umweltrecht und das Kreislaufwirtschaftsrecht in die Ziele einer nachhaltigen Wirtschaftsordnung einordnen. Die Studierenden kennen im Überblick das allgemeine und das über verschiedene Gesetze zersplitterte besondere Umweltrecht. Sie können die allgemeinen Grundbegriffe und -prinzipien sowie die öffentlich-rechtlichen Instrumente des Umweltrechts und den Aufbau moderner Umweltgesetze sowie die Grundzüge wichtiger Gesetze des besonderen Umweltrechts erklären. Im Kreislaufwirtschaftsrecht verstehen sie das Mehrebenensystem aus unionsrechtlichen, bundesrechtlichen und landesrechtlichen Regelungen. Im deutschen Recht kennen sie die Grundlagen des Abfallbegriffs, der Abfallhierarchie und der abfallrechtlichen Überlassungspflichten sowie die Überwachungs- und Nachweispflichten und die Anforderungen an Abfallentsorgungsanlagen. Außerdem haben die Studierenden die Anforderungen und speziellen Probleme einzelner Stoffströme wie z.B. Verpackungen, Elektro- und Elektronikgeräte, Batterien oder Klärschlamm kennen gelernt.

Mit diesem Wissen sind die Studierenden in der Lage, einfache rechtliche Fragestellungen des Umwelt- und Recyclingrechts zu beantworten. Außerdem können sie mögliche Rechtsprobleme erkennen und mit internen oder externen Ansprechpartnern erörtern. Sie verstehen die den Regelungen zugrundeliegenden Ziele, Wertungen und Interessenkonflikte.

*Students understand the relationship between environmental law and circular economy law and the objectives of a sustainable economic system. Students will have an overview of the general features of environmental law as well as specific parts of environmental law. They will be able to explain the basic concepts and principles as well as the public law instruments of environmental law and the structure of modern environmental laws as well as the main features of important legal acts for specific parts of environmental law. In circular economy law, they understand the multi-level system of EU, Federal and State regulations. In German law, they know the basics of the concept of waste, the waste hierarchy and the waste disposal obligations as well as the monitoring and verification obligations and the requirements for waste disposal facilities. Students have also got to know the requirements and specific problems of certain waste streams such as packaging, electrical and electronic equipment, batteries or sewage sludge.*

*With this knowledge, students are able to answer simple legal questions relating to environmental and recycling law. They will also be able to recognize potential legal problems and to discuss them with internal or external contacts. They understand the objectives, values and conflicts of interest addressed by these legal acts.*

<b>Lehrveranstaltungen</b>						
<b>11. Nr.</b>	<b>12. Lehrveranstaltungstitel (deutsch/englisch)</b>	<b>13. Dozent(in)</b>	<b>14. LV-Nr.</b>	<b>15. LV-Art</b>	<b>16. SWS</b>	<b>17. Arbeitsaufwand Präsenz-/Eigenstudium</b>
<b>1</b>	Berg- und Umweltrecht II (Umweltrecht) (Mining and Environmental Law II (Environmental Law))	von Kaler, Matthias, Dr. jur.	S 6500	V	2	28 h / 62 h

<b>2</b>	Rechtsrahmen der Recyclingwirtschaft (Legal Framework of the Recycling Industry)	Weyer, Hartmut, Prof. Dr. jur.	W 6513	V	2	28 h / 62 h
<b>Summe:</b>					4	56 h / 124 h
<b>Zu Nr. 1:</b>						
<b>18a. Empf. Voraussetzungen</b>		Vorlesungen "Einführung in das Recht I und II" oder gleichwertige Rechtskenntnisse				
<b>19a. Inhalte</b>		Die Vorlesung stellt zunächst die allgemeinen Grundlagen des europäischen und deutschen Umweltrechts dar, insbesondere die umweltrechtlichen Grundprinzipien und Instrumente. Anschließend werden die wichtigsten Gebiete des besonderen Umweltrechts behandelt (Immissionsschutzrecht, Kreislaufwirtschaftsrecht, Gewässerschutzrecht, Naturschutzrecht, Meeresumweltrecht, Strahlenschutzrecht, Klimaschutzrecht, Bodenschutzrecht und Gefahrstoffrecht). Im Rahmen des besonderen Umweltrechts werden außerdem Aufbau und Funktionsweise moderner Umweltgesetze und die Anwendung des Gesetzestextes auf einfache Fallgestaltungen behandelt.				
<b>20a. Medienformen</b>		Folien, Skript				
<b>21a. Literatur</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gesetzestext: Umweltrecht, Wichtige Gesetze und Verordnungen zum Schutz der Umwelt, Beck-Texte im dtv, neueste Auflage</li> <li>• Schlacke, Umweltrecht, neueste Auflage</li> </ul>				
<b>22a. Sonstiges</b>						
<b>Zu Nr. 2:</b>						
<b>18b. Empf. Voraussetzungen</b>		Vorlesungen "Einführung in das Recht I und II" oder gleichwertige Rechtskenntnisse				
<b>19b. Inhalte</b>		Die Vorlesung behandelt wesentliche Rechtsnormen für die Recyclingwirtschaft. Ausgehend von den Vorgaben des EU-Rechts werden die Grundlagen des deutschen Kreislaufwirtschaftsrechts zu Abfallvermeidung, Abfallverwertung und Abfallbeseitigung sowie die abfallrechtlichen Überlassungspflichten dargestellt. Vertieft dargestellt werden die Regelungen der Kreislaufwirtschaft für spezielle Stoffströme, insbesondere Verpackungen, Elektro- und Elektronikgeräte, Fahrzeuge, Batterien, PCB, Altöl, Altholz, Klärschlamm sowie Bioabfall.				
<b>20b. Medienformen</b>		Folien, Skript				

<b>21b. Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gesetzestext: KrWG (Kreislaufwirtschaftsgesetz), dtv, neueste Auflage</li> <li>• Zur Vor- und Nachbereitung wird empfohlen:</li> <li>• Förtsch/Meinholz, Handbuch betriebliche Kreislaufwirtschaft, 2015</li> <li>• Kurth/Oexle, Handbuch der Kreislauf- und Rohstoffwirtschaft, 2013</li> </ul>
<b>22b. Sonstiges</b>	

<b>Studien-/Prüfungsleistung</b>					
<b>23. Nr.</b>	<b>24. Zugeordnete Lehrveranstaltung</b>	<b>25. P.-Typ</b>	<b>26. LP</b>	<b>27. Benotung</b>	<b>28. Anteil an der Modulnote</b>
<b>1</b>	Berg- und Umweltrecht II (Umweltrecht) (Mining and Environmental Law II (Environmental Law))	MTP	3	benotet	50 %
<b>2</b>	Rechtsrahmen der Recyclingwirtschaft (Legal Framework of the Recycling Industry)	MTP	3	benotet	50 %
<b>Zu Nr. 1:</b>					
<b>29a. Prüfungsform / Voraussetzung für die Vergabe von LP</b>		Klausur (60 Minuten), wenn $\geq 5$ Teilnehmer mündliche Prüfung (Dauer nach Prüfungsordnung), wenn $< 5$ Teilnehmer			
<b>30a. Verantwortliche(r) Prüfer(in)</b>		Prof. Weyer			
<b>31a. Verbindliche Prüfungsvorleistungen</b>		Keine			
<b>Zu Nr. 2:</b>					
<b>29b. Prüfungsform / Voraussetzung für die Vergabe von LP</b>		Klausur (60 Minuten), wenn $\geq 5$ Teilnehmer mündliche Prüfung (Dauer nach Prüfungsordnung), wenn $< 5$ Teilnehmer			
<b>30b. Verantwortliche(r) Prüfer(in)</b>		Dr. v. Kaler			
<b>31b. Verbindliche Prüfungsvorleistungen</b>		Keine			

<p><b>1a. Modultitel (deutsch)</b> Verfahrenstechnik der Wasser- und Abwasseraufbereitung</p>	<p><b>1b. Modultitel (englisch)</b> Process Engineering in Water and Wastewater Treatment</p>
---	---

<p><b>2. Verwendbarkeit des Moduls in Studiengängen</b> M.Sc. Umweltverfahrenstechnik und Recycling</p>			
<p><b>3. Modulverantwortliche(r)</b> Prof. Dr.-Ing. Michael Sievers</p>		<p><b>4. Zuständige Fakultät</b> Fakultät für Energie- und Wirtschaftswissenschaften</p>	
<p><b>5. Modulnummer</b></p>		<p><b>6. Sprache</b> Deutsch</p>	
<p><b>7. LP</b> 8</p>		<p><b>8. Dauer</b> [ ] 1 Semester [X] 2 Semester</p>	
<p><b>9. Angebot</b> [ ] jedes Semester [X] jedes Studienjahr [ ] unregelmäßig</p>		<p><b>10. Lern-/Qualifikationsziele des Moduls</b></p> <p>Die Studierenden sind in der Lage die Grundlagen und Bedeutung von selektiven Trennprozessen in der Wasser-/ Abwasseraufbereitung und ihrer wichtigsten Eigenschaften wiederzugeben. Sie können Verfahren und Ansätze zum Wertstoff- und Prozesswasserrecycling einordnen und verfügen über Kenntnisse von weitergehenden Prozessen, sich ergänzenden Verfahren sowie in der Praxis angewandten Prozesskombinationen.</p> <p>Die Studierenden können Grundlagen und Bedeutung der Abwasser- und Biotechnik und ihrer wichtigsten Produkte angeben. Sie verfügen über Kenntnisse von Mikroorganismen, Kinetik und Energetik. Sie können Verfahren und Prozessschritte ausgewählter biologischer, physikalischer und chemischer Prozesse analysieren und verfügen über Kenntnisse der weitergehenden Abwasserbehandlung und deren praktischer Umsetzung. Das Modul vermittelt überwiegend Fach-, aber auch Methoden- und Systemkompetenz.</p> <p><i>The students are able to describe the basics and importance of selective separation processes in water/wastewater treatment and their most important properties. They can classify processes and approaches to recycling valuable materials and process water and have knowledge of more advanced processes, complementary processes and process combinations used in practice.</i></p> <p><i>The students can explain the basics and importance of wastewater and biotechnology and their most important products. They have knowledge of microorganisms, kinetics and energetics. They can analyze procedures and process steps of selected biological, physical and chemical processes and have knowledge of advanced wastewater treatment and its practical implementation.</i></p> <p><i>The module primarily teaches specialist skills, but also methodological and system skills.</i></p>	

<b>Lehrveranstaltungen</b>						
<b>11. Nr.</b>	<b>12. Lehrveranstaltungstitel (deutsch/englisch)</b>	<b>13. Dozent(in)</b>	<b>14. LV-Nr.</b>	<b>15. LV-Art</b>	<b>16. SWS</b>	<b>17. Arbeitsaufwand Präsenz-/Eigenstudium</b>
<b>1</b>	Wertstoffrecycling aus Prozess- und Abwasser	Prof. Sievers	W 6218	V+Ü	3	42 h / 78 h
<b>2</b>	Verfahrenstechnik der Abwasseraufbereitung	Prof. Sievers	W 8531	V+Ü	3	42 h / 78 h
<b>Summe:</b>					<b>6</b>	<b>84 h / 156 h</b>
<b>Zu Nr. 1:</b>						
<b>18a. Empf. Voraussetzungen</b>	Verfahrenstechnische Grundlagen, Einführung in die Abwassertechnik (Abwassertechnik I) und Behandlungsverfahren in der kommunalen und industriellen Abwassertechnik (Abwassertechnik II), Verfahrenstechnik der Abwasseraufbereitung (Abwassertechnik III) (teilweise)					
<b>19a. Inhalte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verfahren und Prozesse zur Rückgewinnung von Phosphor, Stickstoff, NaCl, Schwermetalle/Metalle, Säure/Lauge und weiteren Abwasserinhaltsstoffen</li> <li>• Abwasser (kommunal/industriell) als Ressource <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Prozesswasserrückgewinnung (Water reuse, Produktqualität, Ressourcenminimierung)</li> <li>○ Zero-Liquid-Discharge (ZLD) und Zero-Emission-Konzepte im industriellen Wassermanagement</li> <li>○ Energiewandlung, Wärmemanagement</li> </ul> </li> <li>• Klärschlamm als Ressource</li> </ul>					
<b>20a. Medienformen</b>	Tafel, Whiteboard, Flip-Chart, Beamer, Folien, Skript, Experimentalübungen					
<b>21a. Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Skript</li> <li>• Melin, Rautenbach: „Membranverfahren“, Springer Verlag</li> <li>• Water Reuse – Issues, Technologies and Applications</li> </ul>					
<b>22a. Sonstiges</b>	Exkursion					
<b>Zu Nr. 2:</b>						
<b>18b. Empf. Voraussetzungen</b>	Verfahrenstechnische Grundlagen, Einführung in die Abwassertechnik (Abwassertechnik I) und Behandlungsverfahren in der kommunalen und industriellen Abwassertechnik (Abwassertechnik II)					

<b>19b. Inhalte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verfahrenstechnik verschiedener Abwasserbehandlungsprozesse                         <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Weitergehende biologische Behandlungsverfahren (Anaerobe/Aerobe Granula, Biofilmverfahren, Reaktortechniken)</li> <li>○ Weitergehende Membranverfahren (Dialyse, Elektrodialyse, Nanofiltration, Umkehrosmose)</li> <li>○ Weitergehende Oxidationsverfahren (Advanced Oxidation Processes)</li> <li>○ Spezielle mikrobiologische Verfahren (Deammonifikation (De-Ammonification), Sharon-Annamox)</li> <li>○ Bioelektrochemische Brennstoffzelle (Microbial Fuel Cell)</li> </ul> </li> <li>• Verfahrenskombinationen (combined processes)</li> </ul>
<b>20b. Medienformen</b>	Tafel, Whiteboard, Flip-Chart, Beamer, Folien, Skript, Experimentalübungen
<b>21b. Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Skript</li> <li>• Melin, Rautenbach: „Membranverfahren“, Springer Verlag</li> <li>• Bischofsberger, Dichtl, Rosenwinkel et al: „Anaerobtechnik“, Springer Verlag</li> <li>• ATV/DWA - Handbuch Klärschlamm</li> <li>• ATV/DWA - Lehr- und Handbücher der Abwassertechnik</li> <li>• Gräf, Hartinger et al.: „Abwassertechnik in der Produktion“ Band 1 &amp; 2, Loseblattsammlung, WEKA Fachverlag</li> </ul>
<b>22b. Sonstiges</b>	Exkursion

<b>Studien-/Prüfungsleistung</b>					
23. Nr.	24. Zugeordnete Lehrveranstaltung	25. P.-Typ	26. LP	27. Benotung	28. Anteil an der Modulnote
1	Wertstoffrecycling aus Prozess- und Abwasser	MP	4	benotet	100 %
2	Verfahrenstechnik der Abwasseraufbereitung (Abwassertechnik III)		4		
<b>Zu Nr. 1:</b>					
<b>29a. Prüfungsform / Voraussetzung für die Vergabe von LP</b>		Mündliche Prüfung (20 – 30 Minuten) oder Klausur (90 Minuten) ab einer Teilnehmerzahl > 40 Personen			
<b>30a. Verantwortliche(r) Prüfer(in)</b>		Prof. Sievers			

<b>31a. Verbindliche Prüfungsvorleistungen</b>	Keine
<b>Zu Nr. 2:</b>	
<b>29b. Prüfungsform / Voraussetzung für die Vergabe von LP</b>	Mündliche Prüfung (20 – 30 Minuten) oder Klausur (90 Minuten) ab einer Teilnehmerzahl > 40 Personen
<b>30b. Verantwortliche(r) Prüfer(in)</b>	Prof. Sievers
<b>31b. Verbindliche Prüfungsvorleistungen</b>	Keine