

fördern • führen • inspirieren



Modulhandbuch

Course Catalogue

Umwelttechnologie (UM)

Environmental Technology



Fakultät Maschinenbau/Umwelttechnik
Department of Mechanical Engineering and Environmental Engineering

Master of Engineering (M.Eng.)

Master of Engineering (M.Eng.)

Erstellt von: Prof. Dr. Prell / Silke Fersch
Beschlossen im Fakultätsrat: 18.07.2018

Gültig ab: 01.10.2018
Stand: 31.07.2018

Inhaltsverzeichnis

Table of content

Inhaltsverzeichnis.....	2
Vorbemerkungen.....	4
Modulübersicht.....	5
Module	6
Modul 1: Europarecht/Europäisches Umweltrecht	7
Modul 2: Mathematische und numerische Methoden	9
Modul 2.1: Prozesssimulation	9
Modul 2.2 Dynamik anthropogener Systeme – in Arbeit	11
Modul 3: Verfahrenstechnik und Anlagenplanung.....	12
Modul 3.1: Anlagen- und Apparatebau.....	12
Modul 3.2: Anlagenautomatisierung.....	14
Modul 3.3: Werkstoffe und Korrosion in umwelttechnischen Anlagen.....	16
Modul 4: Nachhaltige Chemie	18
Modul 5: Methoden der Naturwissenschaften und der Führungskompetenz	20
Modul 5.1: Managementkonzepte und -methoden	20
Modul 5.2: Masterseminar Umwelttechnik (Seminar/Ringvorlesung)	22
Modul 6: Projekt	24
Modul 7: Wahlpflichtmodule	26
Modul 7.1: Sprache	26
Modul 7.2: Thermische Maschinen und Anlagen	28
Modul 7.3: Solare Energiesysteme.....	30
Modul 7.4: Vertiefung biologischer Verfahrenstechnik.....	32
Modul 7.4.1: Biotechnische Verfahren	32
Modul 7.4.2: Energetische Biomasse-Nutzung.....	34
Modul 7.5: Energiewandlungssysteme	36
Modul 7.6: Umweltgerechte Verfahren und Produkte	38
Modul 7.7: Bemessung und Planung wassertechnischer Anlagen	40
Modul 7.8: Vertiefung Luftreinhaltung.....	42
Modul 7.9: Vertiefung Abfalltechnik	44
Modul 7.9.1: Bemessung und Planung von Recyclinganlagen	44
Modul 7.9.2: Thermische Abfallbehandlung	46
Modul 7.10. Umwelttechnik im Bauwesen	48

Modul 7.10.1: Planerische Aspekte der Abwasserableitung und des Hochwasserschutzes	48
Modul 7.10.2: Bauklimatik und sommerlicher Wärmeschutz	50
Modul 8: Master-Thesis	52
Aktualisierungsverzeichnis.....	54

Vorbemerkungen

Preliminary note

- **Hinweis:**

Bitte beachten Sie insbesondere die Regelungen der Studien- und Prüfungsordnung des Studiengangs in der jeweils gültigen Fassung.

- **Aufbau des Studiums:**

Das Studium umfasst eine Regelstudienzeit von 3 Semestern.

- **Anmeldeformalitäten:**

Grundsätzlich gilt für alle Prüfungsleistungen eine Anmeldepflicht über das Studienbüro. Zusätzliche Formalitäten sind in den Modulbeschreibungen aufgeführt.

- **Abkürzungen:**

ECTS = Das European Credit Transfer and Accumulation System (ECTS) ist ein Punktesystem zur Anrechnung von Studienleistungen.

SWS = Semesterwochenstunden

- **Workload:**

Nach dem Bologna-Prozess gilt: Einem Credit-Point wird ein Workload von 25-30 Stunden zu Grunde gelegt. Die Stundenangabe umfasst die Präsenzzeit an der Hochschule, die Zeit zur Vor- und Nachbereitung von Veranstaltungen, die Zeit für die Anfertigung von Arbeiten oder zur Prüfungsvorbereitungszeit.

Beispielberechnung Workload (Lehrveranstaltung mit 4 SWS, 5 ECTS-Punkten):

Workload: $5 \text{ ECTS} \times 30\text{h/ECTS} = 150 \text{ h}$

- Vorlesung (4 SWS x 15 Wochen)	= 60 h
- Selbststudium	= 60 h
- Prüfungsvorbereitung	= 30 h
	<hr/>
	= 150 h

- **Anrechnung von Studienleistungen:**

Bitte achten Sie auf entsprechende Antragsprozesse über das Studienbüro.

Modulübersicht

Die Modulübersicht für den Masterstudiengang Umwelttechnologie finden Sie auf der Homepage.

Module

Modul 1: Europarecht/Europäisches Umweltrecht

European Law/European Environmental Law

Zuordnung zum Curriculum Classification	Modul-ID Module ID	Art des Moduls Kind of Module	Umfang in ECTS-Leistungspunkte Number of Credits
	0010009	Vertiefungsmodul	5

Ort Location	Sprache Language	Dauer des Moduls Duration of Module	Vorlesungsrhythmus Frequency of Module	Max. Teilnehmerzahl Max. Number of Participants
Amberg	Deutsch	1 Semester	jährlich	50
Modulverantwortliche(r) Module Convenor			Dozent/In Professor / Lecturer	
Prof. Dr. Burkhard Berninger			Prof. Dr. Otto K. Dietmeier (LBA)	

Voraussetzungen* Prerequisites

Umweltrecht Grundvorlesung aus dem Bachelor

***Hinweis: Beachten Sie auch die Voraussetzungen nach Prüfungsordnungsrecht in der jeweils gültigen SPO-Fassung**

Verwendbarkeit Usability	Lehrformen Teaching Methods	Workload
	Seminaristischer Unterricht	Vorlesung (4 SWS x 15 Wochen) = 60 h Vor-/Nachbereitung Selbststudium Prüfungsvorbereitung = 90 h = 150 h

Lernziele / Qualifikationen des Moduls

Learning Outcomes

Nach dem erfolgreichen Absolvieren des Moduls verfügen die Studierenden über die folgenden fachlichen, methodischen und persönlichen Kompetenzen:

- **Fachkompetenz:** Kenntnis wichtiger supranationaler und nationaler Regelungen und behördlicher Aufgaben sowie deren Anwendungen in der Umwelttechnik; Kenntnis der wichtigsten Teilgebiete des europäischen und internationalen Umweltrechts einschließlich der Grundlagen des Chemikalienrechts, der Betriebssicherheit und des Transportrechts
- **Methodenkompetenz:**
 Fähigkeit, juristische Probleme im Umweltrecht zu erkennen, Identifizierung der wichtigsten zutreffenden Regelungen.
 Selbständige Anwendung praxisrelevanter Vorschriften
 Fähigkeit, praxisrelevante Schwerpunkte der Vorschriften zu identifizieren
 Fähigkeit, übergreifende Zusammenhänge zwischen verschiedenen Bereichen des supranationalen und des nationalen Umweltrechts zu erkennen und unter praktischen Aspekten zu bewerten.
- **Persönliche Kompetenz:**
 Entwickeln von Problemlösungen durch interdisziplinäres Denken, Selbstorganisation bei der Planung und Durchführung von Projekten im Arbeitsleben

Inhalte der Lehrveranstaltungen

Course Content

Grundlagen des Völkerrechts und des europäischen Primärrechts, insbesondere die Verträge über die Europäische Union und die frühere Europäische Gemeinschaft, die Grundrechtecharta, die Unionsorgane und deren Kompetenzen; Grundfreiheiten und Anwendungsvorrang des Unionsrechts; sekundäres Unionsrecht mit den Handlungsformen von Legislative, Exekutive und Judikative.

Ziele und Grundsätze der europäischen Umweltpolitik im Gefüge internationaler Umweltaktivitäten von Völkerrechtssubjekten (z.B. Aarhus-Konvention, Klima-Rahmenkonvention) mit deren Auswirkungen auf den Binnenmarkt und die Praxis in den Mitgliedstaaten. Umwelthaftungs- und Umweltschadensrecht, Staatshaftung im Unionsrecht.

Umsetzung der Umweltpolitik der Europäischen Union in den Mitgliedstaaten auf ausgewählten zentralen Handlungsfeldern, insbesondere dem europäischen Abfallrecht und dem Recht der Produktverantwortung, dem Recht des Bodenschutzes, dem Umweltplanungsrecht einschließlich der Strategischen Umweltplanungsrichtlinie, der EMAS-Verordnung, dem Treibhausgas-Emissionshandels-, Klimaschutz- und anlagenbezogenen Immissionsschutzrecht, den Regelungen zur Luftqualität und zum Umgebungslärm, der Wasserrahmenrichtlinie und dem Wasserhaushaltsgesetz sowie dem Chemikalienrecht (REACH, CLP, PIC) mit dessen nationaler Umsetzung, dem Recht der Betriebssicherheit und dem internationalen Transportrecht (Gefahrgut).

Lehrmaterial / Literatur

Teaching Material / Reading

Vorlesungsskript
 Beck-Texte Umweltrecht, dtv, jeweils aktuelle Auflage
 Online-Dienst: www.umwelt-online.de

Internationalität (Inhaltlich)

Internationality

Behandlung von europäischen und internationalen Vorschriften des Umweltrechts einschließlich des Chemikalienrechts und des Transportrechts für Gefahrgut

Modulprüfung (ggf. Hinweis zu Multiple Choice - APO §9a)

Method of Assessment

Prüfungsform	Art/Umfang inkl. Gewichtung	Zu prüfende Lernziele/Kompetenzen
Klausur	120 min / 100 %	Fachkompetenz, Methodenkompetenz, Persönliche Kompetenz

Modul 2: Mathematische und numerische Methoden

Modul 2.1: Prozesssimulation

Process Simulation

Zuordnung zum Curriculum Classification	Modul-ID Module ID	Art des Moduls Kind of Module	Umfang in ECTS-Leistungspunkte Number of Credits
	0010011	Vertiefungsmodul	3

Ort Location	Sprache Language	Dauer des Moduls Duration of Module	Vorlesungsrhythmus Frequency of Module	Max. Teilnehmerzahl Max. Number of Participants
Amberg	Deutsch	1 Semester	jährlich	30
Modulverantwortliche(r) Module Convenor			Dozent/In Professor / Lecturer	
Prof. Dr. Werner Prell			Prof. Dr. Prell, Prof. Dr. Bleibaum	

Voraussetzungen* Prerequisites

Verfahrenstechnik, Chemie, Strömungsmechanik, Thermodynamik, Wärme- und Stoffübertragung

***Hinweis: Beachten Sie auch die Voraussetzungen nach Prüfungsordnungsrecht in der jeweils gültigen SPO-Fassung.**

Verwendbarkeit Usability	Lehrformen Teaching Methods	Workload
	Seminaristischer Unterricht mit Übungen, Praktikum	Vorlesung inkl. Praktikum (2 SWS x 15 Wochen) = 30 h Vor-/Nachbereitung = 60 h Selbststudium = 90 h

Lernziele / Qualifikationen des Moduls

Learning Outcomes

Nach dem erfolgreichen Absolvieren des Moduls verfügen die Studierenden über die folgenden fachlichen, methodischen und persönlichen Kompetenzen:

- Fachkompetenz:**
 Anwenden der Grundlagen aus Verfahrenstechnik, Chemie, Strömungsmechanik, Thermodynamik, Wärme- und Stoffübertragung (Trennprozesse, Reaktoren, Wärmeüberträger, Pumpen, Verdichter, ...) Kombinieren der Einzelverfahren zu einem Prozess (Flow-Sheet-Simulation)
- Methodenkompetenz:**
 Erfassen, Beschreiben, Auslegen und Optimieren von Prozessen
 Erstellen und Lösen von Bilanzen (Energie-, Stoff- und Impulsbilanzen)
 Übertragen von Laborergebnissen auf technische Problemstellung zu deren Lösung
 Kritisches Beurteilen von Versuchs- und Rechenergebnisse sowie Anlagendaten und sonstigen Prozessinformationen
- Persönliche Kompetenz (Sozialkompetenz und Selbstkompetenz):**
 Selbständiges Planen, Durchführen und Auswerten von Experimenten unter Einhaltung von Terminen
 Erkennen und Verbessern der eigenen Teamfähigkeit bei der Arbeit in Kleingruppen

Inhalte der Lehrveranstaltungen

Course Content

Verfahrenstechnische und energietechnische Prozesse werden mittels Simulationssoftware entworfen und optimiert. Hierzu werden die Bauteile (Apparate, Maschinen und Fördereinrichtungen) über die Bilanzgleichungen abgebildet und der Gesamtprozess berechnet. Ausgewählte Beispiele werden ggf. gängigen Programmen (Excel, Programmiersprachen, ...) oder mittels in der Industrie verbreiteter Standardsoftware modelliert und berechnet.

Bezüglich der Simulationssoftware können sich bei entsprechender Kursgröße die Studierenden zu Semesterbeginn für eine der beiden folgenden Varianten entscheiden:

- ASPEN PLUS (Anwendungen aus der Verfahrenstechnik und der chemischen Industrie)
- ASPEN HYSYS (Anwendungen aus der Kraftwerkstechnik und dem Handling von Gas und Öl)

Die Prüfung wird entsprechend der getroffenen Wahl mit Hilfe der jeweiligen Simulationssoftware abgehalten.

Lehrmaterial / Literatur Teaching Material / Reading		
Skript, Tutorials, Fallbeispiele, Online-Hilfe, Fachliteratur		
Internationalität (Inhaltlich) Internationality		
Modulprüfung (ggf. Hinweis zu Multiple Choice - APO §9a) Method of Assessment		
Prüfungsform	Art/Umfang inkl. Gewichtung	Zu prüfende Lernziele/Kompetenzen
Klausur	90 min /100 % (Beschluss Fakultätsrat MB/UT vom 18.01.2017: Bis zu einer Änderung der Studien- und Prüfungsordnung enthält das Pflichtmodul 2 nur noch den Teil „Prozesssimulation“ mit Notengewichtung 100 %, aber nur 3 ECTS-Punkten. Die fehlenden zwei ECTS-Punkte sind über eine geeignete Zusammenstellung der Wahlpflichtmodule abzudecken.)	Fachkompetenz, Methodenkompetenz

Modul 2.2 Dynamik anthropogener Systeme – in Arbeit

Modul 3: Verfahrenstechnik und Anlagenplanung

Modul 3.1: Anlagen- und Apparatebau

Plant and Equipment Design

Zuordnung zum Curriculum Classification	Modul-ID Module ID	Art des Moduls Kind of Module	Umfang in ECTS-Leistungspunkte Number of Credits
	0010001	Vertiefungsmodul	2

Ort Location	Sprache Language	Dauer des Moduls Duration of Module	Vorlesungsrhythmus Frequency of Module	Max. Teilnehmerzahl Max. Number of Participants
Amberg	Deutsch	1 Semester	jährlich	---
Modulverantwortliche(r) Module Convenor			Dozent/In Professor / Lecturer	
Prof. Dr. Werner Prell			Prof. Dr. Prell	

Voraussetzungen* Prerequisites

Verfahrenstechnik, Strömungsmechanik, Thermodynamik, Wärme- und Stoffübertragung, Technische Mechanik, Konstruktion, Werkstofftechnik

***Hinweis: Beachten Sie auch die Voraussetzungen nach Prüfungsordnungsrecht in der jeweils gültigen SPO-Fassung.**

Verwendbarkeit Usability	Lehrformen Teaching Methods	Workload
	Seminaristischer Unterricht mit Übungen Praktikum	Vorlesung inkl. Praktikum (2 SWS x 15 Wochen) = 30 h Vor-/Nachbereitung = 30 h Selbststudium = 90 h

Lernziele / Qualifikationen des Moduls

Learning Outcomes

Nach dem erfolgreichen Absolvieren des Moduls verfügen die Studierenden über die folgenden fachlichen, methodischen und persönlichen Kompetenzen:

- Fachkompetenz:**
 Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, Projekte effizient zu planen und strukturiert sowie kostenorientiert abzuarbeiten. Sie lernen die wichtigsten Werkstoffe und Anlagenelemente kennen und können daher Apparate wie Pumpen, Verdichter oder Wärmeüberträger gezielt für spezielle Einsatzzwecke auswählen und auslegen, ebenso wie Rohrleitungen und Armaturen um die einzelnen Apparate sinnvoll zu einer funktionsfähigen Anlage zu verknüpfen.
- Methodenkompetenz:**
 Erfassen, Beschreiben, Auslegen und Optimieren von Prozessen und Verfahren
 Übertragen von Laborergebnissen auf technische Problemstellung zu deren Lösung
 Kritisches Beurteilen von Versuchs- und Rechenergebnisse sowie Anlagendaten und sonstigen Prozessinformationen
- Persönliche Kompetenz (Sozialkompetenz und Selbstkompetenz):**
 Selbständiges Planen, Durchführen und Auswerten von Experimenten unter Einhaltung von Terminen
 Erkennen und Verbessern der eigenen Teamfähigkeit bei der Arbeit in Kleingruppen

Inhalte der Lehrveranstaltungen

Course Content

- Grundlagen des Projektmanagements und der Projektplanung
- Stückkosten- und Investitionsrechnung
- Erstellen und Lesen von Fließbildern
- Werkstoffe und deren Eigenschaften
- Apparate (Pumpen, Verdichter, Vakuumpumpen, Wärmeüberträger)
- Rohrleitungen und Armaturen

Lehrmaterial / Literatur

Teaching Material / Reading

- Skript zur Vorlesung
- Sattler; Kasper: Verfahrenstechnische Anlagen – Planung, Bau und Betrieb; Wiley VCH Verlag 2000
- Klapp: Apparate- und Anlagentechnik; Springer-Verlag 2002
- Hirschberg: Verfahrenstechnik und Anlagenbau; Springer-Verlag 1999
- Thier: Apparate; Vulkan-Verlag 1997
- Böge: Handbuch Maschinenbau; Springer-Vieweg 2015

Internationalität (Inhaltlich)

Internationality

Modulprüfung (ggf. Hinweis zu Multiple Choice - APO §9a)

Method of Assessment

Prüfungsform	Art/Umfang inkl. Gewichtung	Zu prüfende Lernziele/Kompetenzen
Klausur	60 min / 100 %	Fachkompetenz, Methodenkompetenz

Modul 3.2: Anlagenautomatisierung

Plant Automation Engineering

Zuordnung zum Curriculum Classification	Modul-ID Module ID	Art des Moduls Kind of Module	Umfang in ECTS-Leistungspunkte Number of Credits
	0010002	Vertiefungsmodul	3

Ort Location	Sprache Language	Dauer des Moduls Duration of Module	Vorlesungsrhythmus Frequency of Module	Max. Teilnehmerzahl Max. Number of Participants
Amberg	Deutsch	1 Semester	jährlich	-
Modulverantwortliche(r) Module Convenor			Dozent/In Professor / Lecturer	
Prof. Dr. Matthias Wenk			Prof. Dr. Wenk	

Voraussetzungen*

Prerequisites

Informationstechnische Grundkenntnisse

***Hinweis: Beachten Sie auch die Voraussetzungen nach Prüfungsordnungsrecht in der jeweils gültigen SPO-Fassung.**

Verwendbarkeit Usability	Lehrformen Teaching Methods	Workload
	Seminaristischer Unterricht mit Übungen	Vorlesung (2 SWS x 15 Wochen) = 30 h Vor-/Nachbereitung Selbststudium Prüfungsvorbereitung = 60 h = 90 h

Lernziele / Qualifikationen des Moduls

Learning Outcomes

Nach dem erfolgreichen Absolvieren des Moduls verfügen die Studierenden über die folgenden fachlichen, methodischen und persönlichen Kompetenzen:

- **Fachkompetenz:** Die Studierenden erlangen ein grundlegendes Verständnis über Aufbau, Funktion und Einsatz von Automatisierungssystemen und zum Einsatz von Feldbussystemen. Sie erlangen Kompetenzen zur Auswahl und Bewertung automatisierungstechnischer Lösungen.
- **Methodenkompetenz:** Die Studierenden lernen Aufgabenstellungen aus der Automatisierungstechnik zu analysieren und applikative Lösungen, unter technischen und betriebswirtschaftlichen Randbedingungen, zu entwickeln.
- **Persönliche Kompetenz (Sozialkompetenz und Selbstkompetenz):** Die Studierenden sind dazu befähigt, sowohl mit Fachkollegen als auch z.B. innerhalb von Projektgruppen mit fachfremden Kollegen Inhalte und Probleme aus dem Bereich Automatisierungstechnik zielführend zu kommunizieren und zu bewerten.

Inhalte der Lehrveranstaltungen

Course Content

Grundlagen der Steuerungstechnik, Sensoren/Aktoren, Aufbau Speicherprogrammierbare Steuerung, Programmverarbeitung, Bedienen- und Beobachtengeräte, Programmiersprachen, OSI-Referenzmodell, Feldbussysteme, Kommunikationsplanung

Lehrmaterial / Literatur

Teaching Material / Reading

Skript;
 Wellenreuther, Zastrow (2015): Automatisieren mit SPS – Theorie und Praxis, Springer Vieweg

Internationalität (Inhaltlich)

Internationality

Modulprüfung (ggf. Hinweis zu Multiple Choice - APO §9a) Method of Assessment		
Prüfungsform	Art/Umfang inkl. Gewichtung	Zu prüfende Lernziele/Kompetenzen
Klausur	60 min / 40 % Teile der Prüfung können mittels Antwort-Auswahl-Verfahren (MC-Verfahren) durchgeführt werden.	Fachkompetenz, Methodenkompetenz

Modul 3.3: Werkstoffe und Korrosion in umwelttechnischen Anlagen

Materials and Corrosion in Environmental Plants

Zuordnung zum Curriculum Classification	Modul-ID Module ID	Art des Moduls Kind of Module	Umfang in ECTS-Leistungspunkte Number of Credits
	0010013	Vertiefungsmodul	2

Ort Location	Sprache Language	Dauer des Moduls Duration of Module	Vorlesungsrhythmus Frequency of Module	Max. Teilnehmerzahl Max. Number of Participants
Amberg	Deutsch	1 Semester	jährlich	
Modulverantwortliche(r) Module Convenor			Dozent/In Professor / Lecturer	
Prof. Dr. Mario Mocker			Prof. Dr. Mocker	

Voraussetzungen* Prerequisites

keine

***Hinweis: Beachten Sie auch die Voraussetzungen nach Prüfungsordnungsrecht in der jeweils gültigen SPO-Fassung.**

Verwendbarkeit Usability	Lehrformen Teaching Methods	Workload
Im Studiengang Applied Research in Engineering Sciences (AR) anrechenbar	Seminaristischer Unterricht mit Übungen, Exkursion	Vorlesung (2 SWS x 15 Wochen) = 30 h Vor-/Nachbereitung Selbststudium Prüfungsvorbereitung = 30 h = 60 h ca. 60 h: Präsenz (2 SWS) 30 h; Vor- und Nachbereitung, Prüfungsvorbereitung 30 h

Lernziele / Qualifikationen des Moduls

Learning Outcomes

Nach dem erfolgreichen Absolvieren des Moduls verfügen die Studierenden über die folgenden fachlichen, methodischen und persönlichen Kompetenzen:

- **Fachkompetenz:** Die Studierenden kennen spezifische Verfahrensbedingungen und die damit verbundenen Materialbeanspruchungen in umwelttechnischen Anlagen. Sie beschreiben die dabei ablaufenden Vorgänge und evaluieren verschiedene Konzepte zum Korrosionsschutz. Sie wählen beanspruchungsgerechte Werkstoffe sowie Schutzmaßnahmen aus marktgängigen Angeboten aus und sind in der Lage, deren Weiterentwicklung aktiv zu unterstützen.
- **Methodenkompetenz:** Die Studierenden sind in der Lage, Korrosionsformen zu beschreiben, Korrosionsuntersuchungen durchzuführen und zu beurteilen, sowie Materialabtragsraten und Standzeiten zu berechnen.
- **Persönliche Kompetenz (Sozialkompetenz und Selbstkompetenz):** Die Studierenden kommunizieren kompetent mit Anlagenbauern, Dienstleistern (z.B. Lohnbeschichtern), Überwachungseinrichtungen und dem Betriebspersonal von umwelttechnischen Anlagen. Sie sind in der Lage, die von ihnen getroffene Werkstoffauswahl gegenüber internen und externen Akteuren zu vertreten.

Inhalte der Lehrveranstaltungen

Course Content

Verfahren und Hauptkomponenten in umwelttechnischen Anlagen (Abwasser- und Abluftreinigung, thermische Abfallbehandlung, biologische Abfallbehandlung); verwendete Werkstoffe; Korrosionsbelastungen; Schadensbilder und -ursachen, spezifische Maßnahmen zum Korrosionsschutz.

Lehrmaterial / Literatur		
<small>Teaching Material / Reading</small>		
<p>Präsentationen, Tafelbild, Lehrfilme, Anschauungsobjekte Literaturempfehlungen: Born (Hrsg.): Dampferzeugerkorrosion, Saxonia, Freiberg 2005, Institut für Korrosionsschutz Dresden: Vorlesungen über Korrosion und Korrosionsschutz von Werkstoffen Teil 1, TAW-Verlag, Wuppertal 1996, Kunze (Hrsg.): Korrosion und Korrosionsschutz Band 1-6, Wiley-VCH, Weinheim (aktuelle Auflage), Faulstich, Bendix (Hrsg.): Korrosion in Anlagen zur regenerativen Energieerzeugung, Reihe Verfahren und Werkstoffe für die Energietechnik Band 2, Förster Verlag, Sulzbach-Rosenberg 2006,</p>		
Internationalität (Inhaltlich)		
<small>Internationality</small>		
<p>Teilweise Verwendung international üblicher englischsprachiger Fachbegriffe</p>		
Modulprüfung (ggf. Hinweis zu Multiple Choice - APO §9a)		
<small>Method of Assessment</small>		
Prüfungsform	Art/Umfang inkl. Gewichtung	Zu prüfende Lernziele/Kompetenzen
Klausur	60 min / 30 %	Fachkompetenz, Methodenkompetenz

Modul 4: Nachhaltige Chemie

Sustainable Chemistry

Zuordnung zum Curriculum Classification	Modul-ID Module ID	Art des Moduls Kind of Module	Umfang in ECTS-Leistungspunkte Number of Credits
	0010009	Vertiefungsmodul	5

Ort Location	Sprache Language	Dauer des Moduls Duration of Module	Vorlesungsrhythmus Frequency of Module	Max. Teilnehmerzahl Max. Number of Participants
Amberg	Deutsch	1 Semester	jährlich	50
Modulverantwortliche(r) Module Convenor			Dozent/In Professor / Lecturer	
Prof. Dr. Peter Kurzweil			Prof. Dr. Kurzweil	

Voraussetzungen* Prerequisites

Bachelorabschluss in einem ingenieur- oder naturwissenschaftlichem Fach

***Hinweis: Beachten Sie auch die Voraussetzungen nach Prüfungsordnungsrecht in der jeweils gültigen SPO-Fassung**

Verwendbarkeit Usability	Lehrformen Teaching Methods	Workload
	Seminaristischer Unterricht mit Übungen, betreute Praktikumsversuche	Vorlesung (4 SWS x 15 Wochen) = 60 h Vor-/Nachbereitung Laborberichte Selbststudium Prüfungsvorbereitung = 90 h = 150 h

Lernziele / Qualifikationen des Moduls

Learning Outcomes

Nach dem erfolgreichen Absolvieren des Moduls verfügen die Studierenden über die folgenden fachlichen, methodischen und persönlichen Kompetenzen:

- **Fachkompetenz:** Grundlagen der modernen Chemie überblicken; aktuelle Entwicklungen über unschädliche, ressourcenschonende und anwendungssichere Prozesse und Produkte einschätzen; chemische Stoffklassen und Grundreaktionen verstehen und anwenden.
- **Methodenkompetenz:** Umgang mit Gefahrstoffen beherrschen; chemische Synthesen und Prozesse evaluieren.
- **Persönliche Kompetenz (Sozialkompetenz und Selbstkompetenz):** selbstverantwortliches Handeln im Laborteam erproben; kurze Laborberichte im Gutachtenstil eigenständig verfassen und verteidigen; auf die berufliche Anwendungspraxis vorbereiten.

Inhalte der Lehrveranstaltungen

Course Content

- Konzepte der nachhaltigen Chemie: „Grüne“ Reaktionen, „abfallfreie“ Synthesen, Umweltkennzahlen, Katalyse und „grüne“ Chemie, umweltfreundliche Lösungsmittel, erneuerbare Rohstoffe, alternative Energiequellen für chemische Reaktionen, grüne Reaktionstechnik; Ersatz petrochemischer, chlor- und lösemittelhaltiger Produkte und Prozesse; besorgniserregende Stoffe (SVHC).
- Technische Anwendungen und aktuelle Entwicklungen in Industrie, Festkörperchemie, Polymerchemie, pharmazeutischer und supramolekularer Chemie: Nanomaterialien, Energiespeicher, Sensoren, Farbstoffsolarzelle, ionische Flüssigkeiten, Schmierstoffe aus nachwachsenden Ressourcen, synthetische Kraftstoffe, homogene und heterogene Katalysatoren.
- Analytische Chemie und Toxikologie: Good Laboratory Practice (GLP), EU-Richtlinien (RoHS, REACH); Instrumentelle Praxis der Material-, Umwelt-, Naturstoff- und Lebensmittelanalytik (Gerätekopplungen, Spektroskopie, Datenanalyse).

Lehrmaterial / Literatur

Teaching Material / Reading

Skript, Software (ChemSketch)
 M. Lancaster, Green Chemistry, Royal Society of Chemistry, neueste Auflage.
 P. Kurzweil, Chemie, Kap. "nachhaltige Chemie", SpringerVieweg, neueste Auflage.

Internationalität (Inhaltlich)

Internationality

Englisch sprachige Fachliteratur; Vortragsfolien in Englisch; internationale chemische Nomenklatur

Modulprüfung (ggf. Hinweis zu Multiple Choice - APO §9a) Method of Assessment		
Prüfungsform	Art/Umfang inkl. Gewichtung	Zu prüfende Lernziele/Kompetenzen
Klausur	60 – 90 min / 100 % Ca. 20 % Multi-Choice-Fragen Bonus für Übungen und Analysenberichte ($\pm 0,3$)	Fachkompetenz, Methodenkompetenz, Persönliche Kompetenz

Modul 5: Methoden der Naturwissenschaften und der Führungskompetenz

Modul 5.1: Managementkonzepte und -methoden

Management Concepts and Methods

Zuordnung zum Curriculum Classification	Modul-ID Module ID	Art des Moduls Kind of Module	Umfang in ECTS-Leistungspunkte Number of Credits
	0010005	Vertiefungsmodul	3

Ort Location	Sprache Language	Dauer des Moduls Duration of Module	Vorlesungsrhythmus Frequency of Module	Max. Teilnehmerzahl Max. Number of Participants
Amberg	Deutsch	1 Semester	jährlich	
Modulverantwortliche(r) Module Convenor			Dozent/In Professor / Lecturer	
Prof. Dr. Thomas Tiefel			Prof. Dr. Tiefel	
Voraussetzungen* Prerequisites				
Betriebswirtschaftliche Grundkenntnisse				
*Hinweis: Beachten Sie auch die Voraussetzungen nach Prüfungsordnungsrecht in der jeweils gültigen SPO-Fassung.				
Verwendbarkeit Usability		Lehrformen Teaching Methods		Workload
		Seminaristischer Unterricht mit Übungen		Vorlesung (2 SWS x 15 Wochen) = 30 h Vor-/Nachbereitung Selbststudium Prüfungsvorbereitung = 60 h = 90 h

Lernziele / Qualifikationen des Moduls

Learning Outcomes

Nach dem erfolgreichen Absolvieren des Moduls verfügen die Studierenden über die folgenden fachlichen, methodischen und persönlichen Kompetenzen:

Nach der Teilnahme an dem Modul sollen die Studierenden in der Lage sein,

Fachkompetenz:

- die Notwendigkeit, dass Unternehmen gemanagt werden müssen, zu verstehen
- Grundbegriffe und -zusammenhänge des Managements zu erläutern
- grundlegende Managementansätze zur Beherrschung unternehmerischer Problemsituationen zu erläutern

Methodenkompetenz:

- ausgewählte Modelle, Konzepte, Verfahren und Instrumente des Managements anzuwenden
- komplizierte Management-Problemstellungen eines Unternehmens zu analysieren
- komplexe Management-Problemstellungen eines Unternehmens zu verstehen

Persönliche Kompetenz (Sozialkompetenz und Selbstkompetenz):

Inhalte der Lehrveranstaltungen

Course Content

Einführung in das Management; Entwicklung wichtiger Managementansätze; Systemtheoretisch basiertes Management; Grundlagen des strategischen Managements; Grundlagen des taktisch-operativen Managements; Grundlegende Ansätze der Wettbewerbsstrategie; Ausgewählte Modelle, Konzepte, Methoden, Verfahren und Instrumente des Managements (z.B. Unternehmen als sozio-technische Systeme, Ziel- und Zielsystembildung, Entscheidungsfeldkonstruktion, Wertschöpfungskette, Portfolio-Ansätze).

Lehrmaterial / Literatur		
<small>Teaching Material / Reading</small>		
<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesungsskript mit Lückentext • Artikel aus Zeitungen, Fach- und Publikumszeitschriften • Internetbasiertes Lehr- und Anschauungsmaterial • Probeklausur • Lehrbücher: Hungenberg, H.: Strategisches Management in Unternehmen, akt. Aufl. Grant, R./Nippa, M.: Strategisches Management, akt. Aufl. Steinmann, H./Schreyögg, G.: Management, akt. Aufl. 		
Internationalität (Inhaltlich)		
<small>Internationality</small>		
Deutsche, europäische und amerikanische Ansätze des Managements		
Modulprüfung (ggf. Hinweis zu Multiple Choice - APO §9a)		
<small>Method of Assessment</small>		
Prüfungsform	Art/Umfang inkl. Gewichtung	Zu prüfende Lernziele/Kompetenzen
Klausur	60-90 min / 100 %	Fachkompetenz Methodenkompetenz

Modul 5.2: Masterseminar Umwelttechnik (Seminar/Ringvorlesung)

Master Seminar Environmental Engineering

Zuordnung zum Curriculum Classification	Modul-ID Module ID	Art des Moduls Kind of Module	Umfang in ECTS-Leistungspunkte Number of Credits
	0010006	Vertiefungsmodul	2

Ort Location	Sprache Language	Dauer des Moduls Duration of Module	Vorlesungsrhythmus Frequency of Module	Max. Teilnehmerzahl Max. Number of Participants
Amberg	Deutsch	1 Semester	jährlich	-
Modulverantwortliche(r) Module Convenor		Dozent/In Professor / Lecturer		
Prof. Dr. Werner Prell		Verschiedene Dozenten		
Voraussetzungen* Prerequisites				

*Hinweis: Beachten Sie auch die Voraussetzungen nach Prüfungsordnungsrecht in der jeweils gültigen SPO-Fassung.				
Verwendbarkeit Usability		Lehrformen Teaching Methods		Workload
		Seminar		60 h

Lernziele / Qualifikationen des Moduls

Learning Outcomes

Nach dem erfolgreichen Absolvieren des Moduls verfügen die Studierenden über die folgenden fachlichen, methodischen und persönlichen Kompetenzen:

- **Fachkompetenz:**
Abhängig vom jeweiligen Angebot
- **Methodenkompetenz:**
Anwenden und Übertragen von im Studium erlernten Fähigkeiten und Kenntnissen auf neue Problemstellungen
Anwenden des Projektmanagements: Fähigkeit zur Planung, Durchführung, Auswertung und Dokumentation von Projekten
Präsentation von Projektergebnissen
Recherche und Datenaufarbeitung
- **Persönliche Kompetenz (Sozialkompetenz und Selbstkompetenz):**
Selbständiges Planen, Durchführen, Auswerten sowie Dokumentation und Präsentation von Projektaktivitäten und –Ergebnissen unter Einhaltung von Terminen

Inhalte der Lehrveranstaltungen

Course Content

Abhängig vom gewählten Thema

Lehrmaterial / Literatur

Teaching Material / Reading

Fachliteratur, studentische Arbeiten und Projekte

Internationalität (Inhaltlich)

Internationality

Abhängig vom gewählten Thema

Modulprüfung (ggf. Hinweis zu Multiple Choice - APO §9a) Method of Assessment		
Prüfungsform	Art/Umfang inkl. Gewichtung	Zu prüfende Lernziele/Kompetenzen
mdlLN	Vortrag / 100 %	Fachkompetenz, Methodenkompetenz

Modul 6: Projekt

Project

Zuordnung zum Curriculum Classification	Modul-ID Module ID	Art des Moduls Kind of Module	Umfang in ECTS-Leistungspunkte Number of Credits
	0010010	Projekt	5

Ort Location	Sprache Language	Dauer des Moduls Duration of Module	Vorlesungsrhythmus Frequency of Module	Max. Teilnehmerzahl Max. Number of Participants
Amberg	Deutsch Englisch	1 Semester	jedes Semester	1
Modulverantwortliche(r) Module Convenor			Dozent/In Professor / Lecturer	
Prof. Dr. Werner Prell			Verschiedene Dozenten	
Voraussetzungen* Prerequisites				
*Hinweis: Beachten Sie auch die Voraussetzungen nach Prüfungsordnungsrecht in der jeweils gültigen SPO-Fassung.				
Verwendbarkeit Usability		Lehrformen Teaching Methods		Workload
		Projekt (angeleitetes Selbststudium)		150 h

Lernziele / Qualifikationen des Moduls

Learning Outcomes

Nach dem erfolgreichen Absolvieren des Moduls verfügen die Studierenden über die folgenden fachlichen, methodischen und persönlichen Kompetenzen:

- **Fachkompetenz:**
Abhängig vom jeweiligen Angebot
- **Methodenkompetenz:**
Anwenden und Übertragen von im Studium erlernten Fähigkeiten und Kenntnissen auf neue Problemstellungen
Anwenden des Projektmanagements: Fähigkeit zur Planung, Durchführung, Auswertung und Dokumentation von Projekten
Präsentation von Projektergebnissen
- **Persönliche Kompetenz (Sozialkompetenz und Selbstkompetenz):**
Selbständiges Planen, Durchführen, Auswerten sowie Dokumentation von Experimenten unter Einhaltung von Terminen
Erkennen und Verbessern der eigenen Teamfähigkeit bei der Arbeit in Kleingruppen

Inhalte der Lehrveranstaltungen

Course Content

Abhängig vom jeweiligen Angebot

Lehrmaterial / Literatur

Teaching Material / Reading

Abhängig vom jeweiligen Angebot (Fachbücher, Veröffentlichungen, ...)

Internationalität (Inhaltlich)

Internationality

Abhängig vom jeweiligen Angebot

Modulprüfung (ggf. Hinweis zu Multiple Choice - APO §9a)

Method of Assessment

Prüfungsform	Art/Umfang inkl. Gewichtung	Zu prüfende Lernziele/Kompetenzen

Abhängig vom jeweiligen Angebot	Abhängig vom jeweiligen Angebot	Abhängig vom jeweiligen Angebot
---------------------------------	---------------------------------	---------------------------------

Modul 7: Wahlpflichtmodule

Modul 7.1: Sprache			
Language			
Zuordnung zum Curriculum Classification	Modul-ID Module ID	Art des Moduls Kind of Module	Umfang in ECTS-Leistungspunkte Number of Credits
		Wahlpflichtmodul	bis 5 (abhängig vom gewählten Angebot)

Ort Location	Sprache Language	Dauer des Moduls Duration of Module	Vorlesungsrhythmus Frequency of Module	Max. Teilnehmerzahl Max. Number of Participants
OTH Amberg-Weiden	s. Angebot Sprachenzentrum	1 Semester	jährlich	s. Angebot Sprachenzentrum
Modulverantwortliche(r) Module Convenor			Dozent/In Professor / Lecturer	
Prof. Dr. Werner Prell			Verschiedene Dozenten	
Voraussetzungen* Prerequisites				
Abhängig von der gewählten Sprache (vgl. Angebot Sprachenzentrum)				
*Hinweis: Beachten Sie auch die Voraussetzungen nach Prüfungsordnungsrecht in der jeweils gültigen SPO-Fassung.				
Verwendbarkeit Usability		Lehrformen Teaching Methods		Workload
		Seminaristischer Unterricht mit Übungen		bis 150 h (abhängig vom gewählten Angebot)

Lernziele / Qualifikationen des Moduls Learning Outcomes
Nach dem erfolgreichen Absolvieren des Moduls verfügen die Studierenden über die folgenden fachlichen, methodischen und persönlichen Kompetenzen:
<ul style="list-style-type: none"> • Fachkompetenz: Abhängig von der gewählten Sprache – Abschluss mindestens auf Niveau B2! • Methodenkompetenz: abhängig vom gewählten Angebot • Persönliche Kompetenz (Sozialkompetenz und Selbstkompetenz): Erschließen neuer Sprach- und damit auch Kulturkenntnisse (interkulturelle Kompetenz)
Inhalte der Lehrveranstaltungen Course Content
abhängig vom gewählten Angebot
Lehrmaterial / Literatur Teaching Material / Reading
abhängig vom gewählten Angebot
Internationalität (Inhaltlich) Internationality
abhängig vom gewählten Angebot

Modulprüfung (ggf. Hinweis zu Multiple Choice - APO §9a) Method of Assessment		
Prüfungsform	Art/Umfang inkl. Gewichtung	Zu prüfende Lernziele/Kompetenzen
Abhängig von der gewählten Sprache (vgl. Angebot Sprachenzentrum)	Abhängig von der gewählten Sprache (vgl. Angebot Sprachenzentrum)	Abhängig von der gewählten Sprache (vgl. Angebot Sprachenzentrum)

Modul 7.2: Thermische Maschinen und Anlagen

Heat Engines and Thermal Power Plants

Zuordnung zum Curriculum Classification	Modul-ID Module ID	Art des Moduls Kind of Module	Umfang in ECTS-Leistungspunkte Number of Credits
	1010001	Wahlpflichtmodul	5

Ort Location	Sprache Language	Dauer des Moduls Duration of Module	Vorlesungsrhythmus Frequency of Module	Max. Teilnehmerzahl Max. Number of Participants
Amberg	Deutsch	1 Semester	jährlich	50
Modulverantwortliche(r) Module Convenor			Dozent/In Professor / Lecturer	
Prof. Dr. Andreas P. Weiß			Prof. Dr. Weiß	

Voraussetzungen* Prerequisites

Grundlagen der Thermodynamik: Gasgesetze, Erster und Zweiter Hauptsatz, Kreisprozesse, Dämpfe – ihre Eigenschaften und Anwendungen
 Grundlagen der Strömungsmechanik: Masse-, Energie- und Impulserhaltung, reibungsbehaftete und kompressible Strömung, Widerstand und Auftrieb

***Hinweis: Beachten Sie auch die Voraussetzungen nach Prüfungsordnungsrecht in der jeweils gültigen SPO-Fassung.**

Verwendbarkeit Usability	Lehrformen Teaching Methods	Workload
	Seminaristischer Unterricht, Praktikum mit Anwesenheitspflicht	Vorlesung (4 SWS x 15 Wochen) = 60 h Vor-/Nachbereitung Selbststudium Prüfungsvorbereitung = 90 h = 150 h

Lernziele / Qualifikationen des Moduls

Learning Outcomes

Nach dem erfolgreichen Absolvieren des Moduls verfügen die Studierenden über die folgenden fachlichen, methodischen und persönlichen Kompetenzen:

- **Fachkompetenz:** Grundlegendes Verständnis und dadurch sichere Beherrschung der Berechnung und Auslegung von Kreisprozessen für Thermische Maschinen und Anlagen. Kenntnis und tieferes Verständnis der Grundprinzipien der Energiewandlung. Kenntnis der Vor- und Nachteile unterschiedlicher thermischer Kraftmaschinen und die daraus abzuleitende Anwendung.
- **Methodenkompetenz:** Auswahl und verbinden der geeigneten, erlernten Berechnungs- und Auslegungsmethoden für Thermische Maschinen, um diese selbstständig zu analysieren, auszulegen, zu beurteilen und einordnen zu können.
- **Persönliche Kompetenz (Sozialkompetenz und Selbstkompetenz):** Kenntnisse und Fähigkeiten aus Grundlagenmodulen richtig zuordnen und verbinden können, um daraus neue Lösungen für praktische Ingenieuraufgaben selbstständig abzuleiten und zu entwickeln. Organisation und Durchführung ingenieurwissenschaftlicher Aufgabenstellung (Praktikum) im Team und mit den Nachbarteams, um das (Praktikums-) Ziel gemeinsam zu erreichen.

Inhalte der Lehrveranstaltungen		
<small>Course Content</small>		
<ul style="list-style-type: none"> • Wiederholung und Vertiefung der thermodynamischen Grundlagen mit dem Fokus auf den Kreisprozessen mit Exergiebetachtung • Wiederholung der strömungsmechanischen Grundlagen mit dem Fokus auf der Erzeugung von Auftrieb und der Entstehung von Widerständen bzw. Druckverlusten. • Betrachtung, Berechnung und Bewertung fortschrittlicher Dampfkraft-, Gasturbinen- und Kombinationsprozessen • Funktionsweise, Betriebsverhalten und Berechnung von Strömungskraft- und Arbeitsmaschinen • Anwendungsbeispiele obiger Anlagen und Maschinen in der Energiewandlung wie z. B. der Biomasseverstromung, Solarthermischen oder geothermischen Kraftwerken, der Abwärmenutzung und der Energiespeicherung 		
Lehrmaterial / Literatur		
<small>Teaching Material / Reading</small>		
<p>Skriptum</p> <p>Bohl Willi, Strömungsmaschinen, Band 1 und 2, Vogel Verlag, 1995 Cerbe Günter, Wilhelms Gernot, Technische Thermodynamik, Hanser Verlag, 2005 Macchi Ennio, Astolfi Marco, Organic Rankine Cycle (ORC) Power Systems, Woodhead Publishing Series in Energy: Number 107; ISBN 978-0-08-100510-1; Elsevier Ltd. 2017 Strauß Karl, Kraftwerkstechnik, Springer Verlag, 1997</p>		
Internationalität (Inhaltlich)		
<small>Internationality</small>		
<p>Thermische Maschinen/Anlagen werden vor allem in der Kraftwerkstechnik bzw. der Energietechnik eingesetzt. Dieser Markt war und ist schon immer international auch wenn es namhafte Hersteller und damit viele einschlägige Arbeitsplätze in Deutschland gibt. Dem Ingenieurwachstums bietet sich hier die Möglichkeit bzw. stellt sich die Anforderung, international tätig zu sein.</p>		
Modulprüfung (ggf. Hinweis zu Multiple Choice - APO §9a)		
<small>Method of Assessment</small>		
Prüfungsform	Art/Umfang inkl. Gewichtung	Zu prüfende Lernziele/Kompetenzen
Klausur StA (Praktikum)	90 min / 70 % Praktikumsauswertung 30 %	Fachkompetenz, Methodenkompetenz, Persönliche Kompetenz

Modul 7.3: Solare Energiesysteme

Solar Energy Systems

Zuordnung zum Curriculum Classification	Modul-ID Module ID	Art des Moduls Kind of Module	Umfang in ECTS-Leistungspunkte Number of Credits
	1010002	Wahlpflichtmodul	5

Ort Location	Sprache Language	Dauer des Moduls Duration of Module	Vorlesungsrhythmus Frequency of Module	Max. Teilnehmerzahl Max. Number of Participants
Amberg	Deutsch	1 Semester	jährlich	
Modulverantwortliche(r) Module Convenor			Dozent/In Professor / Lecturer	
Prof. Frank Späte			Prof. Späte	

Voraussetzungen* Prerequisites

Mathematik, Physik, Thermodynamik, Wärme- und Stofftransport, Elektrotechnik

***Hinweis: Beachten Sie auch die Voraussetzungen nach Prüfungsordnungsrecht in der jeweils gültigen SPO-Fassung.**

Verwendbarkeit Usability	Lehrformen Teaching Methods	Workload
	Seminaristischer Unterricht mit Übungen, Studienarbeit	Vorlesung (4 SWS x 15 Wochen) = 60 h Studienarbeit = 40 h Vor-/Nachbereitung Selbststudium Prüfungsvorbereitung = 50 h = 150 h

Lernziele / Qualifikationen des Moduls

Learning Outcomes

Nach dem erfolgreichen Absolvieren des Moduls verfügen die Studierenden über die folgenden fachlichen, methodischen und persönlichen Kompetenzen:

- **Fachkompetenz:** Die Studierenden haben Kenntnisse über solarthermische und photovoltaische Energiesysteme sowie der zugrundeliegenden Solarstrahlung. Sie können diese Kenntnisse anwenden und erwerben die Fähigkeit, diese Systeme sowohl einzeln als auch im Verbund in größeren Netz- oder Hybridsystemen zu analysieren, zu beurteilen und zu bewerten. Das beinhaltet auch die Dimensionierung der Systeme inkl. ökonomischer und ökologischer Aspekte.
- **Methodenkompetenz:** Die Studierenden erlernen die Methoden zur energetischen Bewertung von solarthermischen und photovoltaischen Energiesystemen in unterschiedlichsten Anwendungen inkl. der notwendigen Werkzeuge (z.B. Formeln, Software-Tools). Sie erkennen die Zusammenhänge und Methoden zur Plausibilitätseinschätzung. Sie wenden die Methoden z.B. in Übungen, insbes. aber in einem Projekt (Studienarbeit) an und interpretieren die Ergebnisse.
- **Persönliche Kompetenz (Sozialkompetenz und Selbstkompetenz):** Die Studierenden lernen z.B. in den Übungen und im Projekt im Team zu arbeiten und dabei Zusammenhänge selbstständig zu erarbeiten, die Ergebnisse einzuschätzen, zu beurteilen und darzustellen.
- Die Studierenden wenden die erlernten Kompetenzen in einem Projekt / einer Studienarbeit, die am Ende präsentiert wird, an und vertiefen diese damit.

Inhalte der Lehrveranstaltungen

Course Content

- Solarstrahlung: Die Sonne als Strahlungsquelle, extraterrestrische und terrestrische Solarstrahlung, Solarkonstante, Vorgänge in der Erdatmosphäre, Winkelverhältnisse, Messungen, meteorologische Daten, Potenzial, Berechnungen
- Solarthermische Energiesysteme: Anwendungsbereiche, Solarkollektoren, physikalische Zusammenhänge bei der Strahlungswandlung, Kennlinien, Kennwerte, verschiedene Kollektortypen, Kollektortests, Speicher (Funktionsweise, Einbindung, Wärmeverluste), weitere Komponenten, Anlagenkonzepte, Hydrauliken, Planung und Dimensionierung, Einbindung in bzw. Kopplung mit konventionellen Anlagen zur Wärmeversorgung, Installation und Betrieb
- Photovoltaische Energiesysteme: theoretische Grundlagen, Funktionsweise und Physik der Solarzelle, Kennlinien, Kennwerte, Solarzellentechnologien, Solarmodule und Solargeneratoren, Wechselrichter, Planung und Dimensionierung, Netzeinspeisung, Eigenverbrauch, Inselnetze, Energie- und Ökobilanzen, Installation und Betrieb
- Projekt/Studienarbeit: Durchführung eines Projekts in einer Gruppenarbeit

Lehrmaterial / Literatur		
<small>Teaching Material / Reading</small>		
<ul style="list-style-type: none"> • Folienskript • einschlägige Lehrbücher, insbes. V. Quaschnig: Regenerative Energiesysteme; V. Wesselak u.a.: Regenerative Energietechnik; M. Kaltschmitt, W. Streicher, A. Wiese: Erneuerbare Energien; J. Duffie, W. Beckman: Solar Engineering of Thermal Processes; F. Späte u.a.: Solaranlagen; K. Mertens: Photovoltaik; V. Wesselak, S. Voswinckel: Photovoltaik • Fachzeitschriften, z.B. „Sonnenenergie“, „Sonne, Wind und Wärme“, „Solartemen“, „Erneuerbare Energien“, „Solar Energy“ • Einschlägige web-Seiten • Gesetze, Normen, Richtlinien 		
Internationalität (Inhaltlich)		
<small>Internationality</small>		
<p>Die Studierenden lernen auch europäische und internationale Projekte, Beispiele, unterschiedliche Anwendungen und Bauformen kennen sowie die globalen Zusammenhänge von Solarstrahlung und Anwendungsmöglichkeiten.</p>		
Modulprüfung (ggf. Hinweis zu Multiple Choice - APO §9a)		
<small>Method of Assessment</small>		
Prüfungsform	Art/Umfang inkl. Gewichtung	Zu prüfende Lernziele/Kompetenzen
Klausur, StA	60 min / 75 % 25 %	Fachkompetenz, Methodenkompetenz, Persönliche Kompetenz

Modul 7.4: Vertiefung biologischer Verfahrenstechnik

Modul 7.4.1: Biotechnische Verfahren Biotechnological Processes			
Zuordnung zum Curriculum Classification	Modul-ID Module ID	Art des Moduls Kind of Module	Umfang in ECTS-Leistungspunkte Number of Credits
	1020003	Vertiefungsmodul	4
Ort Location	Sprache Language	Dauer des Moduls Duration of Module	Vorlesungsrhythmus Frequency of Module
Amberg	Deutsch	1 Semester	jährlich
Modulverantwortliche(r) Module Convenor		Dozent/In Professor / Lecturer	
Prof. Dr. Christoph Lindenberger		Prof. Dr. Lindenberger	
Voraussetzungen* Prerequisites			
Grundlagen der Chemie und Biologie, Verfahrenstechnik			
*Hinweis: Beachten Sie auch die Voraussetzungen nach Prüfungsordnungsrecht in der jeweils gültigen SPO-Fassung.			
Verwendbarkeit Usability	Lehrformen Teaching Methods	Workload	
	Seminaristischer Unterricht mit Übungen	Vorlesung (3 SWS x 15 Wochen) Selbststudium Vor- und Nachbereitung Prüfungsvorbereitung	45 h = 75 h = 120 h
Lernziele / Qualifikationen des Moduls Learning Outcomes			
Nach dem erfolgreichen Absolvieren des Moduls verfügen die Studierenden über die folgenden fachlichen, methodischen und persönlichen Kompetenzen:			
<ul style="list-style-type: none"> • Fachkompetenz: Kompetenz zur Beurteilung von Biotechnologischen Verfahren unter wissenschaftlichen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten • Methodenkompetenz: Anwenden und Übertragen von im Studium erlernten Fähigkeiten und Kenntnissen zur Analyse von ingenieurtechnischen Problemstellungen und Entwicklungen Anwenden des Projektmanagements: Fähigkeit zur Planung, Durchführung, Auswertung und Dokumentation von Projekten Präsentation von Projektergebnissen. • Persönliche Kompetenz (Sozialkompetenz und Selbstkompetenz): Selbständiges Planen, Durchführen, Auswerten sowie Dokumentation von Literaturrecherche unter Einhaltung von Terminen Erkennen und Verbessern der Teamfähigkeit 			
Inhalte der Lehrveranstaltungen Course Content			
Biotechnologie: Algen, Moose, Viren Verfahrenstechnik: Mikrofluidik und Mikroblasen Thermodynamik: Stoff- und Energietransport			
Lehrmaterial / Literatur Teaching Material / Reading			
Aktuelle Literatur: Veröffentlichungen, Zeitschriften, Fachmagazine			

Internationalität (Inhaltlich)		
Internationality		
Erarbeiten von aktuellen, internationalen Forschungsergebnissen		
Modulprüfung (ggf. Hinweis zu Multiple Choice - APO §9a)		
Method of Assessment		
Prüfungsform	Art/Umfang inkl. Gewichtung	Zu prüfende Lernziele/Kompetenzen
SemA	Hausarbeit mit mündlicher Präsentation	Fach- und Methodenkompetenz

Modul 7.4.2: Energetische Biomasse-Nutzung

Power Generation from Biomass

Zuordnung zum Curriculum Classification	Modul-ID Module ID	Art des Moduls Kind of Module	Umfang in ECTS-Leistungspunkte Number of Credits
	1010003	Wahlpflichtmodul	3

Ort Location	Sprache Language	Dauer des Moduls Duration of Module	Vorlesungsrhythmus Frequency of Module	Max. Teilnehmerzahl Max. Number of Participants
Amberg	Deutsch	1 Semester	jährlich	
Modulverantwortliche(r) Module Convenor			Dozent/In Professor / Lecturer	
Prof. Dr. Stefan Beer			Stefanie Reil (LBA)	

Voraussetzungen*

Prerequisites

Thermodynamik, Strömungsmechanik, Verfahrenstechnik, Chemie

***Hinweis: Beachten Sie auch die Voraussetzungen nach Prüfungsordnungsrecht in der jeweils gültigen SPO-Fassung.**

Verwendbarkeit Usability	Lehrformen Teaching Methods	Workload
	Seminaristischer Unterricht, Praktikum	Vorlesung (2 SWS x 15 Wochen) = 30 h Vor-/Nachbereitung Selbststudium Prüfungsvorbereitung = 60 h = 90 h

Lernziele / Qualifikationen des Moduls

Learning Outcomes

Nach dem erfolgreichen Absolvieren des Moduls verfügen die Studierenden über die folgenden fachlichen, methodischen und persönlichen Kompetenzen:

- **Fachkompetenz:** Verbrennungsrechnung mit biogenen Festbrennstoffen, Berechnung der Rauchgaszusammensetzung, Auswertung von Emissionsmessungen, thermodynamische Bilanzierung von Energiewandlungsanlagen, Berechnung von Anlagen zur Rauchgasreinigung
- **Methodenkompetenz:** Selbständige Auslegung und Dimensionierung von Energiewandlungsanlagen zur Nutzung biogener Festbrennstoffe
- **Persönliche Kompetenz (Sozialkompetenz und Selbstkompetenz):** Die Studierenden lernen, z.B. in den Übungen und im Projekt, im Team zu arbeiten und dabei Zusammenhänge selbstständig zu erarbeiten, die Ergebnisse einzuschätzen, zu beurteilen und darzustellen. Die Studierenden wenden die erlernten Kompetenzen in einem Projekt/einer Studienarbeit, die am Ende präsentiert wird, an und vertiefen diese damit.

Inhalte der Lehrveranstaltungen

Course Content

Aufbau, Dimensionierung und Planung von Energiesystemen zur Nutzung von biogenen Festbrennstoffen, motorische Nutzung von gasförmigen und flüssigen biogenen Brennstoffen

Lehrmaterial / Literatur

Teaching Material / Reading

Skript
 Karl, Dezentrale Energiesysteme, Oldenbourg, 2006
 Van Loo/Koppejan, Biomass Combustion & Co-firing, Earthscan, 2008
 Kaltschmitt et al., Energie aus Biomasse, Springer, 2016

Internationalität (Inhaltlich)		
Internationality		
Modulprüfung (ggf. Hinweis zu Multiple Choice - APO §9a)		
Method of Assessment		
Prüfungsform	Art/Umfang inkl. Gewichtung	Zu prüfende Lernziele/Kompetenzen
Klausur	60 min	Fachkompetenz, Methodenkompetenz

Modul 7.5: Energiewandlungssysteme

Energy Conversion Systems

Zuordnung zum Curriculum Classification	Modul-ID Module ID	Art des Moduls Kind of Module	Umfang in ECTS-Leistungspunkte Number of Credits
	1020005	Wahlpflichtmodul	7

Ort Location	Sprache Language	Dauer des Moduls Duration of Module	Vorlesungsrhythmus Frequency of Module	Max. Teilnehmerzahl Max. Number of Participants
Amberg	Deutsch	1 Semester	jährlich	30
Modulverantwortliche(r) Module Convenor			Dozent/In Professor / Lecturer	
Prof. Dr. Markus Brautsch			Prof. Dr. Brautsch	

Voraussetzungen* Prerequisites

Grundlagen der Energietechnik, Thermodynamik und Betriebswirtschaft

***Hinweis: Beachten Sie auch die Voraussetzungen nach Prüfungsordnungsrecht in der jeweils gültigen SPO-Fassung.**

Verwendbarkeit Usability	Lehrformen Teaching Methods	Workload
	Seminaristischer Unterricht, Praktikum	Vorlesung (6 SWS x 15 Wochen) inkl. Praktikum = 90 h Selbststudium Vor- und Nachbereitung Prüfungsvorbereitung = 120 h = 210 h

Lernziele / Qualifikationen des Moduls

Learning Outcomes

Nach dem erfolgreichen Absolvieren des Moduls verfügen die Studierenden über die folgenden fachlichen, methodischen und persönlichen Kompetenzen:

- **Fachkompetenz:**
Wirkungsgradberechnungen von KWK Systemen, Analyse von KWK Systemen, Kalkulation von CO₂-Vermeidungskosten und Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen unterschiedlicher KWK Anwendungsfälle
- **Methodenkompetenz:**
Analyse und Bewertung komplexer KWK Anwendungsfälle
- **Persönliche Kompetenz (Sozialkompetenz und Selbstkompetenz):**
Englischer Fachvortrag

Inhalte der Lehrveranstaltungen

Course Content

1. Grundlagen der Energiewirtschaft
2. Grundlagen der Kraft-Wärme-Kopplung
 - 2.1 Thermodynamische Grundlagen
 - 2.2 Verfahren der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung
 - 2.3 Verfahren der CO₂ Bilanzierung
 - 2.4 Methoden zur Kalkulation von CO₂ Vermeidungskosten
 - 2.5 Allokationsverfahren
3. Mathematischer Ansatz zur Kalkulation der CO₂ Vermeidungskosten
 - 3.1 Methodischer Ansatz
 - 3.2 Kalkulation spezifischer Kosten nach exergetischer Allokation
 - 3.3 Kalkulation spezifischer CO₂ Emissionen nach exergetischer Allokation
 - 3.4 Referenzsysteme
4. Validierung des Modells
 - 4.1 Bilanz der KWK Herstellung
 - 4.2 Bilanz der KWK Wartung und Instandhaltung
 - 4.3 Thermodynamische Bilanzierung von KWK Systemen
 - 4.4 Kalkulation von CO₂ Vermeidungskosten
5. Anwendungsfälle in der Industrie

Lehrmaterial / Literatur

Teaching Material / Reading

Literaturliste wird in Vorlesung verteilt

Internationalität (Inhaltlich)

Internationality

Modulprüfung (ggf. Hinweis zu Multiple Choice - APO §9a)

Method of Assessment

Prüfungsform	Art/Umfang inkl. Gewichtung	Zu prüfende Lernziele/Kompetenzen
Klausur	120 min / 75 %	Fach- und Methodenkompetenz
StA	Studienarbeit/Praktikum / 25 %	Praktikum: Persönliche Kompetenz

Modul 7.6: Umweltgerechte Verfahren und Produkte

Water and Waste Water Treatment

Zuordnung zum Curriculum Classification	Modul-ID Module ID	Art des Moduls Kind of Module	Umfang in ECTS-Leistungspunkte Number of Credits
	1010006	Wahlpflichtmodul	5

Ort Location	Sprache Language	Dauer des Moduls Duration of Module	Vorlesungsrhythmus Frequency of Module	Max. Teilnehmerzahl Max. Number of Participants
Amberg	Deutsch	1 Semester	jährlich	50
Modulverantwortliche(r) Module Convenor			Dozent/In Professor / Lecturer	
Prof. Dr. Burkhard Berninger			Prof. Dr. Berninger	

Voraussetzungen* Prerequisites

Grundkenntnisse Produktionsintegrierter Umweltschutz und Ressourceneffizienz aus dem Bachelor-Studium

***Hinweis: Beachten Sie auch die Voraussetzungen nach Prüfungsordnungsrecht in der jeweils gültigen SPO-Fassung.**

Verwendbarkeit Usability	Lehrformen Teaching Methods	Workload
	Seminaristischer Unterricht	Vorlesung (4 SWS x 15 Wochen) = 60 h Vor-/Nachbereitung Selbststudium Prüfungsvorbereitung = 90 h = 150 h

Lernziele / Qualifikationen des Moduls Learning Outcomes

Nach dem erfolgreichen Absolvieren des Moduls verfügen die Studierenden über die folgenden fachlichen, methodischen und persönlichen Kompetenzen:

- Fachkompetenz:**
 Nachwachsende Rohstoffe, mikrobielle Produkte, mikrobielle Biomassegewinnung
 Beurteilung und Planung der umweltgerechten Gestaltung von industriellen Produktionsprozessen (Prozesssubstitution, Kreislauf führungen), erforderliche Betriebsparameter
 Umwelt- / Recycling- /Energierrelevante Eigenschaften von Produkten, Designprinzipien
- Methodenkompetenz:**
 Bewertung der Umweltauswirkungen industrieller Produktionsprozesse; Entwicklung und Anwendung von Bewertungskriterien und Ableitung von Optimierungsmaßnahmen
 Bewertung eines konkreten Produkts unter Anwendung von Expertensoftware; Ermitteln ökologischer Optimierungspotentiale
 Aufbau einer Produktökobilanz am konkreten Beispiel unter Anwendung der Expertensoftware GaBi
 Auswahl und Bewertung nachwachsender Rohstoffe
- Persönliche Kompetenz (Sozialkompetenz und Selbstkompetenz):**
 Entwickeln von Problemlösungen durch interdisziplinäres Denken, Selbstorganisation bei der Planung und Durchführung von Projekten im Arbeitsleben, Zusammenarbeit im Projektteam für die softwaregestützte Produktbewertung und Ökobilanzerstellung

Inhalte der Lehrveranstaltungen Course Content

Nachwachsende Rohstoffe für die stoffliche Nutzung: Holz, Fasern, Dämmstoffe, Verbundwerkstoffe, Cellulose, Stärke und Derivate, Proteine, Pflanzenöle, Farbstoffe. Mikrobielle Produkte: Primärmetabolite, Enzyme, Biotransformationen. Mikrobielle Biomassegewinnung: Substrate, Mikroorganismen, Verfahren. Bioethanolproduktion aus nachwachsenden Rohstoffen und Abfällen, Techniken der Abwasservermeidung, Kreislaufprozesse von Wasser mit Membranverfahren.
 Entstehung von Abfällen, Abwasser und Emissionen in der Produktion, Aufbau von Stoffkreisläufen, umweltfreundliche Produktionsverfahren (z.B. Metallbearbeitung, Lackieren, Gießerei, Kunststoffverarbeitung, Galvanik), umweltgerechte und recyclingorientierte Produktgestaltung, Werkstoffauswahl; Designregeln.

Lehrmaterial / Literatur		
Teaching Material / Reading		
Skript; Praktikumsanleitung; Internet-Portal zum produktionsintegrierten Umweltschutz: www.pius-info.de Veröffentlichungsreihe der Abfallberatungsagentur des Landes Baden-Württemberg (ABAG), Fellbach VDI-Richtlinie 2243: Recyclingorientierte Produktentwicklung VDI Zentrum Ressourceneffizienz GmbH, http://www.ressource-deutschland.de		
Internationalität (Inhaltlich)		
Internationality		
Modulprüfung (ggf. Hinweis zu Multiple Choice - APO §9a)		
Method of Assessment		
Prüfungsform	Art/Umfang inkl. Gewichtung	Zu prüfende Lernziele/Kompetenzen
StA	Studienarbeit mit Vortrag / 100 %	Fachkompetenz, Methodenkompetenz, Praktikum: Persönliche Kompetenz

Modul 7.7: Bemessung und Planung wassertechnischer Anlagen

Water and Waste Water Treatment

Zuordnung zum Curriculum Classification	Modul-ID Module ID	Art des Moduls Kind of Module	Umfang in ECTS-Leistungspunkte Number of Credits
	1010012	Wahlpflichtmodul	6

Ort Location	Sprache Language	Dauer des Moduls Duration of Module	Vorlesungsrhythmus Frequency of Module	Max. Teilnehmerzahl Max. Number of Participants
Amberg	Deutsch	1 Semester	jährlich	
Modulverantwortliche(r) Module Convenor			Dozent/In Professor / Lecturer	
Prof. Dr. Franz Bischof			Prof. Dr. Bischof	

Voraussetzungen*

Prerequisites

Biologie, Biotechnische Verfahren, Mechanische Verfahrenstechnik; Thermische Verfahrenstechnik

***Hinweis: Beachten Sie auch die Voraussetzungen nach Prüfungsordnungsrecht in der jeweils gültigen SPO-Fassung.**

Verwendbarkeit Usability	Lehrformen Teaching Methods	Workload
	Seminaristischer Unterricht mit aktiven Beiträgen der Studenten sowie nach Möglichkeit Laborpraxis	Vorlesung (4 SWS x 15 Wochen) = 60 h Laborpraxis Vor-/Nachbereitung Selbststudium Prüfungsvorbereitung = 120 h = 180 h

Lernziele / Qualifikationen des Moduls

Learning Outcomes

Nach dem erfolgreichen Absolvieren des Moduls verfügen die Studierenden über die folgenden fachlichen, methodischen und persönlichen Kompetenzen:

- Fachkompetenz:**
 Befähigung zur Bemessung und Planung wassertechnischer Anlagen, Verständnis für auftretende technische Probleme und Anwendungen der technischen Prinzipien zur Lösung,
- Methodenkompetenz:**
 Fähigkeiten zur Analyse von ingenieursrelevanten Fragestellungen und zur Durchführung von Vorschlägen zur Optimierung bei Problemen, Erfahrungen mit dem Umgang mit Formeln, maschinentechnischer Ausrüstung und der Kompetenz zur Beurteilung wirtschaftlicher Verfahren
- Persönliche Kompetenz (Sozialkompetenz und Selbstkompetenz):**
 Entwicklung von Methoden zum Lösen von Problemen, Erfahrungen bei der Auswahl geeigneter Verfahren und Diskussion von Fragestellungen innerhalb der Vorlesung

Inhalte der Lehrveranstaltungen

Course Content

Vertiefung und (praktische) Anwendung von Fällung/Flockung, Filtration, Ionenaustausch, UV-Bestrahlung, AOP-Verfahren, Elektrodialyse; Industrieabwasserbehandlung: Membranverfahren, Abwassereindampfung, anaerobe Industrieabwasserreinigung; Kommunale und industrielle Abwasserreinigung: Biofilmverfahren, SBBR-Verfahren; Membranbiologie, Modellierung des Stofftransports in Membranen, Planung und Berechnung von Meerwasserentsalzungsanlagen

Lehrmaterial / Literatur

Teaching Material / Reading

Vorlesungsbegleitende Materialien; Tchobanoglous, George: Waste-water Engineering, International Edition: Treatment and Reuse (Mcgraw-Hill Series in Civil and Environmental Engineering); Burton, F. L./Stenzel, H. D.: Higher Education, Mcgraw-Hill, 4. Auflage; Hosang, Wilhelm/Bischof, Wolfgang: Abwassertechnik, Teubner Verlag, 11. Auflage neubearb. u. erw. (1. August 1998); Melin, Thomas/Rautenbach, Robert: Membranverfahren-Grundlagen der Modul- und Anlagenauslegung (VDI-Buch/Chemische Technik/Verfahrenstechnik), Springer Verlag, Berlin, 3. Auflage aktualis. u. erw. (April 2007); Wilhelm, Stefan: Wasseraufbereitung - Chemie und chemische Verfahrenstechnik, Springer Verlag, Berlin, 7. Auflage

Internationalität (Inhaltlich)		
Internationality		
Modulprüfung (ggf. Hinweis zu Multiple Choice - APO §9a)		
Method of Assessment		
Prüfungsform	Art/Umfang inkl. Gewichtung	Zu prüfende Lernziele/Kompetenzen
Klausur ÜbL	60 min / 70 % 30 %	Fachkompetenz, Methodenkompetenz, Persönliche Kompetenz

Modul 7.8: Vertiefung Luftreinhaltung

Advanced Course: Air Pollution Control

Zuordnung zum Curriculum Classification	Modul-ID Module ID	Art des Moduls Kind of Module	Umfang in ECTS-Leistungspunkte Number of Credits
	1020010	Wahlpflichtmodul	5

Ort Location	Sprache Language	Dauer des Moduls Duration of Module	Vorlesungsrhythmus Frequency of Module	Max. Teilnehmerzahl Max. Number of Participants
Amberg	Deutsch	1 Semester	jährlich	
Modulverantwortliche(r) Module Convenor			Dozent/In Professor / Lecturer	
Prof. Dr. Stefan Beer			Prof. Dr. Beer	

Voraussetzungen* Prerequisites

Thermodynamik, Strömungsmechanik, Verfahrenstechnik, Chemie

***Hinweis: Beachten Sie auch die Voraussetzungen nach Prüfungsordnungsrecht in der jeweils gültigen SPO-Fassung.**

Verwendbarkeit Usability	Lehrformen Teaching Methods	Workload
	Seminaristischer Unterricht, Praktikum	Vorlesung (4 SWS x 15 Wochen) = 60 h Vor-/Nachbereitung Selbststudium Prüfungsvorbereitung = 90 h = 150 h

Lernziele / Qualifikationen des Moduls Learning Outcomes

Nach dem erfolgreichen Absolvieren des Moduls verfügen die Studierenden über die folgenden fachlichen, methodischen und persönlichen Kompetenzen:

- **Fachkompetenz:** Verbrennungsrechnung mit gasförmigen, flüssigen und festen Energieträgern, Berechnung der Abgaszusammensetzung, Theorie der Schadstoffbildung, Durchführung und Auswertung von Emissionsmessungen, Grundlagen von Anlagen zur Abgasreinigung
- **Methodenkompetenz:** Selbständige Auswahl, Auslegung und Dimensionierung von Anlagen zur Abgasreinigung, Selbständige Durchführung von Emissions- und Immissionsmessungen, Auswahl von Methoden zur primären Schadstoffvermeidung, Kenntnis der Regularien zu Arbeitsplatzgrenzwerten
- **Persönliche Kompetenz (Sozialkompetenz und Selbstkompetenz):** Die Studierenden lernen, z.B. in den Übungen und im Projekt, im Team zu arbeiten und dabei Zusammenhänge selbstständig zu erarbeiten, die Ergebnisse einzuschätzen, zu beurteilen und darzustellen. Die Studierenden wenden die erlernten Kompetenzen in einem Projekt/einer Studienarbeit, die am Ende präsentiert wird, an und vertiefen diese damit.

Inhalte der Lehrveranstaltungen Course Content

Aufbau, Dimensionierung und Planung von Abgasreinigungsanlagen, Theorie der Schadstoffbildung und Vermeidung, Anwendung und Auswertung von Emissionsmessverfahren nach den gesetzlichen Bestimmungen

Lehrmaterial / Literatur Teaching Material / Reading

Skript
 Baumbach, Luftreinhaltung, Springer 2010
 TA-Luft in der jeweiligen gültigen Fassung

Internationalität (Inhaltlich)		
Internationality		
Modulprüfung (ggf. Hinweis zu Multiple Choice - APO §9a)		
Method of Assessment		
Prüfungsform	Art/Umfang inkl. Gewichtung	Zu prüfende Lernziele/Kompetenzen
Klausur StA	90 min / 70 % Praktikum / 30 %	Fachkompetenz, Methodenkompetenz

Modul 7.9: Vertiefung Abfalltechnik

Modul 7.9.1: Bemessung und Planung von Recyclinganlagen

Design and Planning of Recycling Plants

Zuordnung zum Curriculum Classification	Modul-ID Module ID	Art des Moduls Kind of Module	Umfang in ECTS-Leistungspunkte Number of Credits
	1010009	Wahlpflichtmodul	3

Ort Location	Sprache Language	Dauer des Moduls Duration of Module	Vorlesungsrhythmus Frequency of Module	Max. Teilnehmerzahl Max. Number of Participants
Amberg	Deutsch	1 Semester	jährlich	
Modulverantwortliche(r) Module Convenor			Dozent/In Professor / Lecturer	
Prof. Dr. Burkhard Berninger			Prof. Dr. Berninger	

Voraussetzungen* Prerequisites

Grundkenntnisse Recycling- und Abfalltechnik oder Verfahrenstechnik aus einschlägigem Bachelor-Studium

***Hinweis: Beachten Sie auch die Voraussetzungen nach Prüfungsordnungsrecht in der jeweils gültigen SPO-Fassung.**

Verwendbarkeit Usability	Lehrformen Teaching Methods	Workload
	Seminaristischer Unterricht mit Übungen	Vorlesung inkl. stud. Vortrag (2 SWS x 15 Wochen) = 30 h Vor-/Nachbereitung Selbststudium Prüfungsvorbereitung = 60 h = 90 h

Lernziele / Qualifikationen des Moduls

Learning Outcomes

Nach dem erfolgreichen Absolvieren des Moduls verfügen die Studierenden über die folgenden fachlichen, methodischen und persönlichen Kompetenzen:

- Fachkompetenz:** Kenntnis der verschiedenen Recyclingsysteme für Abfallfraktionen, die aufgrund ihrer Menge oder Beschaffenheit eine relevante Bedeutung haben. Beispiele sind Batterien, Elektronik-Altgeräte, Haushaltsgeräte / Kühlgeräte, Bauabfälle, Altreifen, Papier / Pappe, Altglas, Kunststoff-Verpackungen, Bioabfall, Klärschlamm, Lampen / Leuchtstoffröhren, Lackschlämme, Altöl, Lösemittel, Kühlschmierstoffe aus der mechanischen Metallbearbeitung, Photovoltaik-Module, Windenergieanlagen, Schlacken aus thermischen Prozessen. Kenntnis der wesentlichen Inhaltsstoffe, deren umwelttechnischer Bedeutung und ihrer Zuordnung zu geeigneten Aufbereitungsaggregaten / -techniken. Erforderliche Planungsdaten, wesentliche Anlagenparameter. Zugrundezuliegende rechtliche Randbedingungen.
- Methodenkompetenz:** Entwicklung praktikabler Konzepte für Recyclinganlagen, begründete Auswahl der erforderlichen Aufbereitungsschritte und der dafür erforderlichen Anlagenkomponenten, ausgehend von den spezifischen Eigenschaften der verschiedenen Abfallstoffe: Grundwerkstoffe, Vermischung mit anderen verwertbaren Materialien, Verschmutzungen. Entwicklung eines Anlagenkonzepts, Berechnung der Eckdaten und wesentlicher Kenngrößen der einzelnen mit den wesentlichen Recyclingschritten.
- Persönliche Kompetenz (Sozialkompetenz und Selbstkompetenz):** Entwickeln von Problemlösungen durch interdisziplinäres Denken, Selbstorganisation bei der Planung und Durchführung von Projekten im Arbeitsleben, Zusammenarbeit im Projektteam für die Bearbeitung eines konkreten Anlagenbeispiels und Darstellung der Ergebnisse in einem Vortrag.

Inhalte der Lehrveranstaltungen		
<small>Course Content</small>		
<p>Randbedingungen der Auslegung, Planung und Erstellung von Recyclinganlagen; Sicherheitsfragen; Wirtschaftlichkeit. Technische / wirtschaftliche Optimierung des Produkt- und Werkstoffrecyclings. Grundlegende Verfahrensschritte in Recyclinganlagen Voraussetzungen und Grenzen des Recyclings Rechtliche Rahmenbedingungen (u.a. Genehmigungsverfahren, relevante abfallrechtliche Vorschriften) Ermittlung und Zusammenfassung der wesentlichen Planungsparameter Gewinnung von Planungsdaten durch Abfallanalysen Bearbeitung ausgewählter Anlagenbeispiele durch Studierende, Exkursionen, Praktikum.</p>		
Lehrmaterial / Literatur		
<small>Teaching Material / Reading</small>		
<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesungsskript, Vortragsmanuskripte • Bilitewski/Härdtle/Marek: Abfallwirtschaft, Springer Verlag, Berlin; • Thomé-Kozmiensky: Kreislaufwirtschaft, EF Verlag, Berlin; • Zogg, M.: Einführung in die mechanische Verfahrenstechnik, Teubner Verlag, Stuttgart; • Hemming, W.: Verfahrenstechnik, Vogel Verlag, Würzburg; • Nickel: Recycling-Handbuch, VDI Verlag, Düsseldorf; • Sattler/Emberger: Behandlung fester Abfälle, Vogel Verlag, Würzburg; • Thomé-Kozmiensky (Hrsg.): Thermische Abfallbehandlung, EFVerlag für Energie- und Umwelttechnik, Berlin • Martens, Goldmann: Recyclingtechnik, Springer Verlag Heidelberg • BVT-Merkblätter (Beste verfügbare Technik) der Europäischen Union: https://www.umweltbundesamt.de/themen/wirtschaftskonsum/beste-verfuegbare-techniken/sevilla-prozess/bvt-merkblaetter-durchfuehrungsbeschluesse 		
Internationalität (Inhaltlich)		
<small>Internationality</small>		
Modulprüfung (ggf. Hinweis zu Multiple Choice - APO §9a)		
<small>Method of Assessment</small>		
Prüfungsform	Art/Umfang inkl. Gewichtung	Zu prüfende Lernziele/Kompetenzen
StA	Studienarbeit mit Vortrag / 50 %	Fachkompetenz, Methodenkompetenz

Modul 7.9.2: Thermische Abfallbehandlung

Thermal Waste Treatment

Zuordnung zum Curriculum Classification	Modul-ID Module ID	Art des Moduls Kind of Module	Umfang in ECTS-Leistungspunkte Number of Credits
	1010013	Wahlpflichtmodul	3

Ort Location	Sprache Language	Dauer des Moduls Duration of Module	Vorlesungsrhythmus Frequency of Module	Max. Teilnehmerzahl Max. Number of Participants
Amberg	Deutsch	1 Semester	jährlich	

Modulverantwortliche(r) Module Convenor	Dozent/In Professor / Lecturer
Prof. Dr. Mario Mocker	Prof. Dr. Mocker

Voraussetzungen*
Prerequisites

keine

***Hinweis: Beachten Sie auch die Voraussetzungen nach Prüfungsordnungsrecht in der jeweils gültigen SPO-Fassung.**

Verwendbarkeit Usability	Lehrformen Teaching Methods	Workload
Im Studiengang Applied Research in Engineering Sciences (AR) anrechenbar	Seminaristischer Unterricht mit Übungen, Exkursion	Vorlesung (2 SWS x 15 Wochen) = 30 h Vor-/Nachbereitung Selbststudium Prüfungsvorbereitung = 60 h = 90 h

Lernziele / Qualifikationen des Moduls

Learning Outcomes

Nach dem erfolgreichen Absolvieren des Moduls verfügen die Studierenden über die folgenden fachlichen, methodischen und persönlichen Kompetenzen:

- **Fachkompetenz:** Die Studierenden kennen die wichtigsten Verfahren zur thermischen Abfallbehandlung und den technischen Aufbau der zugehörigen Anlagen. Sie analysieren und bewerten die bestehenden Betriebsparameter und leiten ggf. Optimierungsansätze ab. Sie kennen die wesentlichen rechtlichen Anforderungen für die technische Ausgestaltung und den Betrieb solcher Anlagen.
- **Methodenkompetenz:** Die Studierenden sind in der Lage, energieträgerspezifische Eigenschaften von Restmüll und besonderen Abfallarten mit passenden Methoden zur ermitteln und die Ergebnisse zu beurteilen. Sie wählen geeignete thermische Behandlungsverfahren aus und berechnen detaillierte Auslegungsgrundlagen für Planung, Bau und Betrieb der zugehörigen Anlagen sowie zur Beurteilung deren Energieeffizienz.
- **Persönliche Kompetenz (Sozialkompetenz und Selbstkompetenz):** Die Studierenden kommunizieren kompetent mit allen relevanten Akteuren in der Abfallwirtschaft und sind in der Lage, die relevanten Auslegungen von thermischen Behandlungsanlagen eigenständig und im Team vorzunehmen.

Inhalte der Lehrveranstaltungen

Course Content

Abfallbegriff, Abfallarten, Abfallmengen, Abfallzusammensetzung und entsorgungsrelevante Eigenschaften, Geschichte der Abfallwirtschaft, Rechtsgrundlagen, thermische Prozesse (Trocknung, Pyrolyse, Vergasung, Verbrennung), Anlagenkomponenten, Rauchgasreinigung, Rückstandsbehandlung und Rückstandsverwertung, Energieerzeugung und -nutzung Energieeffizienz, Sonderverfahren, Anlagen für besondere Abfallarten (Altholz, Klärschlamm).

Lehrmaterial / Literatur

Teaching Material / Reading

Skript; Thomé-Kozmienky, K.J. (Hrsg.): Thermische Abfallbehandlung, EFVerlag für Energie- und Umwelttechnik, Berlin; Scholz: Abfallbehandlung in thermischen Verfahren, Teubner(aktuelle Auflage), Kranert, M., Cord-Landwehr, K. (Hrsg.): Einführung in die Abfallwirtschaft, Vieweg+Teubner, aktuelle Auflage, Bilitewski, B., Härdtle, G.: Abfallwirtschaft, Springer Vieweg, aktuelle Auflage

Internationalität (Inhaltlich)		
Internationality		
Behandlung länder-/regionenspezifischer Abfalleigenschaften		
Modulprüfung (ggf. Hinweis zu Multiple Choice - APO §9a)		
Method of Assessment		
Prüfungsform	Art/Umfang inkl. Gewichtung	Zu prüfende Lernziele/Kompetenzen
Klausur	60 min / 50 %	Fachkompetenz, Methodenkompetenz

Modul 7.10. Umwelttechnik im Bauwesen

Modul 7.10.1: Planerische Aspekte der Abwasserableitung und des Hochwasserschutzes

Design of Wastewater Discharge and Floodwater Constructions

Zuordnung zum Curriculum Classification	Modul-ID Module ID	Art des Moduls Kind of Module	Umfang in ECTS-Leistungspunkte Number of Credits
	1020017	Wahlpflichtmodul	3

Ort Location	Sprache Language	Dauer des Moduls Duration of Module	Vorlesungsrhythmus Frequency of Module	Max. Teilnehmerzahl Max. Number of Participants
Amberg	Deutsch	1 Semester	jährlich	----
Modulverantwortliche(r) Module Convenor			Dozent/In Professor / Lecturer	
Prof. Dr. Werner Prell			Prof. Rudolf Metzka (TH Deggendorf)	

Voraussetzungen* Prerequisites

Strömungsmechanik

***Hinweis: Beachten Sie auch die Voraussetzungen nach Prüfungsordnungsrecht in der jeweils gültigen SPO-Fassung.**

Verwendbarkeit Usability	Lehrformen Teaching Methods	Workload
	Seminaristischer Unterricht mit Übungen	Vorlesung (2 SWS x 15 Wochen) = 30 h Vor-/Nachbereitung Selbststudium Prüfungsvorbereitung = 60 h = 90 h

Lernziele / Qualifikationen des Moduls

Learning Outcomes

Nach dem erfolgreichen Absolvieren des Moduls verfügen die Studierenden über die folgenden fachlichen, methodischen und persönlichen Kompetenzen:

- Fachkompetenz:**
 Die Studenten können nach Absolvierung des Moduls komplexere Aufgaben aus der Wasserwirtschaft bearbeiten bzw. Fragestellungen dazu lösen. Dabei handelt es sich insbesondere um folgende Themenfelder:
 - Integraler Hochwasserschutzes
 - Hydrologie und Einzugsgebietsanalyse
 - Bemessung von Hochwasserrückhaltebecken
 - Grundlagen und Bemessungsgrundsätze spezieller Verfahren in der Abwasserableitung
- Methodenkompetenz:**
 Anwendung o.g. Kenntnisse und Lösen von speziellen Problemen im Hochwasserschutz und in der Abwasserentsorgung. Dimensionieren und Berechnen von Anlagen der Abwasserentsorgung und des Hochwasserschutzes. Verstehen und Lösen von komplexen Fragestellungen der Abwasserentsorgung und des Hochwasserschutzes. Durchführen von Planungen, Überprüfen und Bewerten von bestehenden Anlagen, Ermitteln von Grundlagendaten.
- Persönliche Kompetenz (Sozialkompetenz und Selbstkompetenz):**
 Selbständiges kreatives Bemessen und Dimensionieren von o.g. Anlagen, detaillierte Kenntnisse in den genannten ausgewählten Kapiteln, Befähigung zum sicheren Vorstellen und Präsentieren der erworbenen Kenntnisse, Beherrschen des Stoffes in fachlichen Diskussionen, Beurteilung und Bewertung von Fremdplanungen, eigenständiges Bearbeitung von komplexen Aufgabestellungen.

Inhalte der Lehrveranstaltungen

Course Content

Insbesondere wird eingegangen auf:

- Hydraulische Grundlagen
- Zusammensetzung von Abwasser
- Schmutz-, Fremd- und Regenwasser
- Misch- und Trennsystem
- Bemessung und Konstruktion von Entlastungsbauwerken
- Regenwasserbehandlung im Trennsystem
- Hochwasserprognose
- Bemessung und Konstruktion von Hochwasserrückhaltebecken
- Deiche, Polder, Wände, Mulden

Lehrmaterial / Literatur

Teaching Material / Reading

- DWA Regelwerk Wasserbau und Wasserwirtschaft
- DWA Regelwerk Abwasser
- DIN19700 Teile 10 bis 15 Stauanlagen
- Heimerl, Meyer, Vorsorgender und nachsorgender Hochwasserschutz - Ausgewählte Beiträge aus der Fachzeitschrift WasserWirtschaft, Springer-Vieweg 2012
- Wittenberg: Praktische Hydrologie, Springer-Verlag 2011
- Zanke, Ulrich: Hydraulik für den Wasserbau, Springer-Verlag 2013
- Heinemann, Feldhaus: Hydraulik für Bauingenieure, Springer-Verlag 2003
- Peter: Überfälle und Wehre - Grundlagen und Berechnungsbeispiele, Springer-Verlag 2005
- Lecher, Lühr, Zanke: Taschenbuch der Wasserwirtschaft, Springer-Verlag 2000

Internationalität (Inhaltlich)

Internationality

Modulprüfung (ggf. Hinweis zu Multiple Choice - APO §9a)

Method of Assessment

Prüfungsform ¹⁾	Art/Umfang inkl. Gewichtung	Zu prüfende Lernziele/Kompetenzen
Klausur	90 min / 50 %	Fach- und Methodenkompetenz

Modul 7.10.2: Bauklimatik und sommerlicher Wärmeschutz

Building Climatology and Summer Thermal Protection

Zuordnung zum Curriculum Classification	Modul-ID Module ID	Art des Moduls Kind of Module	Umfang in ECTS-Leistungspunkte Number of Credits
	1020018	Wahlpflichtmodul	3

Ort Location	Sprache Language	Dauer des Moduls Duration of Module	Vorlesungsrhythmus Frequency of Module	Max. Teilnehmerzahl Max. Number of Participants
Amberg	Deutsch	1 Semester	jährlich	----
Modulverantwortliche(r) Module Convenor			Dozent/In Professor / Lecturer	
Prof. Dr. Werner Prell			Prof. Dr. Rudi Marek (TH Deggendorf)	

Voraussetzungen* Prerequisites

- Mathematik
- Wärmeübertragung oder Bauphysik

***Hinweis: Beachten Sie auch die Voraussetzungen nach Prüfungsordnungsrecht in der jeweils gültigen SPO-Fassung.**

Verwendbarkeit Usability	Lehrformen Teaching Methods	Workload
	Seminaristischer Unterricht mit Übungen	Vorlesung (2 SWS x 15 Wochen) = 30 h Vor-/Nachbereitung Selbststudium Prüfungsvorbereitung = 60 h = 90 h

Lernziele / Qualifikationen des Moduls

Learning Outcomes

Nach dem erfolgreichen Absolvieren des Moduls verfügen die Studierenden über die folgenden fachlichen, methodischen und persönlichen Kompetenzen:

Fachkompetenz:

- Interpretieren des sommerlichen Wärmeschutzes im Zusammenhang mit nationalen Vorschriften des energiesparenden Wärmeschutzes (Energieeinsparverordnung, Gesamtenergieeffizienzrichtlinie etc.)
- Beschreibung und Erklärung der wesentlichen Einflussgrößen auf das Raumklima in Gebäuden und die thermische Behaglichkeit
- Erkennen der für das Nachweisverfahren des sommerlichen Wärmeschutzes relevanten Nachweisgrößen und deren fachgerechte Auswahl und Bestimmung
- Ableiten und Beschreiben der strahlungsphysikalischen Kenngrößen von Verglasungen und Sonnenschutzeinrichtungen
- Erläutern der Bedeutung sowie Erklären der rechnerischen Erfassung tageslichttechnischer Aspekte beim sommerlichen Wärmeschutz
- Beschreiben und Diskutieren von Möglichkeiten zu regenerativen Kühlung von Gebäuden
- Interpretation und Verständnis rechtlicher Zusammenhänge in Gesetzen, Verordnungen und Normen der Energieeinsparung

Methodenkompetenz:

- Anwenden von Gleichungen und sicheres Entwickeln von Formelzusammenhängen
- Visualisieren von Berechnungsergebnissen in Diagrammen
- Analysieren und Bewerten der Einflussparameter des sommerlichen Wärmeschutzes an konkreten Gebäuden
- Rechnerische Bewertung der thermischen Behaglichkeit (PPD, PMV, empfundene Temperatur)
- Vereinfachte (10 cm-Regel) und detaillierte (Wärmeübertragungsmatrix) rechnerische Ermittlung der wirksamen Wärmespeicherfähigkeit
- Strahlungsphysikalische Berechnung der Kennwerte von Glas-Sonnenschutz-Kombinationen
- Fachgerechtes Führen des Nachweises des sommerlichen Wärmeschutzes
- Ausloten von Optimierungspotenzialen
- Kritische Bewertung und Erkennen der Schwachstellen des Nachweisverfahrens des sommerlichen Wärmeschutzes

Persönliche Kompetenz (Sozialkompetenz und Selbstkompetenz):

- Selbständiges Entwerfen und Planen von integralen Konzepten des sommerlichen Wärmeschutzes

Inhalte der Lehrveranstaltungen		
<small>Course Content</small>		
<ul style="list-style-type: none"> • Behaglichkeit und Raumklima • Verglasungen und Sonnenschutzeinrichtungen • Solare Strahlung und Sonnenbewegung • Tages- und Kunstlicht • Thermische Speichermassen und deren Bewertung • Nachlüftung • Anforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz • Nachweis- und Berechnungsverfahren in nationalen und europäischen Regelwerken • Grundlagen und Verfahren der regenerativen Kühlung • Simulationen 		
Lehrmaterial / Literatur		
<small>Teaching Material / Reading</small>		
Skript Interaktiver Moodle-Kurs mit Animationen und Simulationen Verschiedene nationale Normen in der jeweils gültigen Fassung		
Internationalität (Inhaltlich)		
<small>Internationality</small>		
Modulprüfung (ggf. Hinweis zu Multiple Choice - APO §9a)		
<small>Method of Assessment</small>		
Prüfungsform	Art/Umfang inkl. Gewichtung	Zu prüfende Lernziele/Kompetenzen
Klausur	90 min / 50 %	Fach- und Methodenkompetenz

Modul 8: Master-Thesis

Master's Thesis

Zuordnung zum Curriculum Classification	Modul-ID Module ID	Art des Moduls Kind of Module	Umfang in ECTS-Leistungspunkte Number of Credits
	?	Masterarbeit	30

Ort Location	Sprache Language	Dauer des Moduls Duration of Module	Vorlesungsrhythmus Frequency of Module	Max. Teilnehmerzahl Max. Number of Participants
	Deutsch Englisch	6 Monate	jedes Semester	1
Modulverantwortliche(r) Module Convenor			Dozent/In Professor / Lecturer	
Prof. Dr. Werner Prell			Verschiedene Dozenten	

Voraussetzungen* Prerequisites

45 ECTS-Punkte aus dem bisherigen Studienverlauf im aktuellen Masterstudiengang

***Hinweis: Beachten Sie auch die Voraussetzungen nach Prüfungsordnungsrecht in der jeweils gültigen SPO-Fassung.**

Verwendbarkeit Usability	Lehrformen Teaching Methods	Workload
	Masterarbeit (angeleitetes Selbststudium)	900 h

Lernziele / Qualifikationen des Moduls

Learning Outcomes

Nach dem erfolgreichen Absolvieren des Moduls verfügen die Studierenden über die folgenden fachlichen, methodischen und persönlichen Kompetenzen:

- **Fachkompetenz:**
Abhängig vom jeweiligen Angebot
- **Methodenkompetenz:**
Anwenden und Übertragen von im Studium erlernten Fähigkeiten und Kenntnissen auf neue Problemstellungen
Anwenden des Projektmanagements: Fähigkeit zur Planung, Durchführung, Auswertung und Dokumentation von Projekten
Präsentation von Projektergebnissen
- **Persönliche Kompetenz (Sozialkompetenz und Selbstkompetenz):**
Selbständiges Planen, Durchführen, Auswerten sowie Dokumentation und Präsentation von Projektaktivitäten und –Ergebnissen unter Einhaltung von Terminen

Inhalte der Lehrveranstaltungen

Course Content

Abhängig vom Thema, das zwingend im ingenieurwissenschaftlichen Bereich angesiedelt sein muss.

Lehrmaterial / Literatur

Teaching Material / Reading

Wissenschaftliche Fachliteratur, eigene Recherchen & ggf. Vorarbeiten

Internationalität (Inhaltlich)

Internationality

Abhängig vom Thema, das zwingend im ingenieurwissenschaftlichen Bereich angesiedelt sein muss.

Modulprüfung (ggf. Hinweis zu Multiple Choice - APO §9a) Method of Assessment		
Prüfungsform	Art/Umfang inkl. Gewichtung	Zu prüfende Lernziele/Kompetenzen
MA	Schriftliche Ausarbeitung / 100 %	Fachkompetenz, Methodenkompeten

Aktualisierungsverzeichnis

Update directory

Aktualisierungsverzeichnis		
Nr	Grund	Datum
0	Ausgangsdokument	31.07.2018
2		
3		
4		
5		
6		
7		

