



## **Modulhandbuch**

Master of Science

# **Energie- und Umwelttechnik**

Kohorte: Wintersemester 2017

Stand: 28. September 2018

---

---

## Inhaltsverzeichnis

---

---

Inhaltsverzeichnis	2
Studiengangsbeschreibung	3
Fachmodule der Kernqualifikation	8
Modul M0523: Betrieb & Management	8
Modul M0524: Nichttechnische Ergänzungskurse im Master	10
Modul M0540: Transport Processes	13
Modul M0542: Strömungsmechanik in der Verfahrenstechnik	17
Modul M1036: Fachlabor Energie- und Umwelttechnik	20
Modul M1120: Seminar Energie- und Umwelttechnik	22
Fachmodule der Vertiefung Energie- und Umwelttechnik	24
Modul M0801: Wasserressourcen und -versorgung	24
Modul M1037: Kernkraftwerke und Dampfturbinen	28
Modul M0949: Rural Development and Resources Oriented Sanitation for different Climate Zones	33
Modul M0512: Solarenergienutzung	36
Modul M0513: Systemaspekte regenerativer Energien	40
Modul M0721: Klimaanlage	44
Modul M0749: Abfallbehandlung und Feststoffverfahrenstechnik	46
Modul M0906: Molecular Modeling and Computational Fluid Dynamics	49
Modul M0900: Ausgewählte Prozesse der Feststoffverfahrenstechnik	53
Modul M0904: Projektierungskurs	56
Modul M1294: Bioenergie	58
Modul M0802: Membrane Technology	64
Modul M1287: Risikomanagement, Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie	67
Fachmodule der Vertiefung Energietechnik	72
Modul M0742: Wärmetechnik	72
Modul M0511: Stromerzeugung aus Wind- und Wasserkraft	75
Modul M0641: Dampferzeuger	81
Modul M1000: Kraft-Wärme-Kopplung und Verbrennungstechnik	84
Modul M1235: Elektrische Energiesysteme I	88
Fachmodule der Vertiefung Umwelttechnik	91
Modul M0830: Environmental Protection and Management	91
Modul M0902: Abwasserreinigung und Luftreinhaltung	94
Modul M0874: Abwassersysteme	97
Modul M0857: Geochemical Engineering	101
Modul M0519: Partikeltechnologie und Feststoffverfahrenstechnik	104
Modul M0619: Abfallbehandlungstechnologien	107
Thesis	109
Modul M-002: Masterarbeit	109



# Modulhandbuch

Master

# Energie- und Umwelttechnik

Kohorte: Wintersemester 2017

Stand: 28. September 2018

---

---

## Studiengangsbeschreibung

---

---

### Inhalt

Auf den im Bachelor-Studiengang gewonnenen Kompetenzen aufbauend, bereitet das Studium der Energie- und Umwelttechnik mit Abschluss Master of Science an der TUHH die Absolventinnen und Absolventen auf führende Positionen in der energieerzeugenden und -nutzenden Industrie oder im Umweltschutz sowie auf selbständiges Arbeiten in der Forschung vor. Die Master-Ausbildung ist gekennzeichnet durch eine

wissenschaftliche Ausrichtung, inhaltliche Schwerpunktbildung und die Aneignung von effektiven, strukturierten, interdisziplinären Arbeitsmethoden. Die inhaltlichen Schwerpunkte sind eng verknüpft mit den Forschungsthemen der Institute der teilnehmenden Studiendekanate Maschinenbau, Verfahrenstechnik und Bauwesen und spiegeln die Einheit von Forschung und Lehre wieder. Dies gewährleistet stets aktuelle Vorlesungsinhalte und Möglichkeiten zur Mitarbeit in der Forschung an der TUHH z. B. im Rahmen von Abschlussarbeiten, Seminarbeiträgen und des Projektierungskurses.

Der Masterstudiengang Energie- und Umwelttechnik baut auf dem fundierten Grundlagenfachwissen des Bachelorstudiengangs Energie- und Umwelttechnik auf. Nach einer gemeinsamen Einarbeitung in Kernkompetenzen der Energie- und Umwelttechnik haben die Studierenden die Möglichkeit, durch Lehrangebote in drei Vertiefungen gezielt eine selbst ausgesuchte fachliche Gewichtung (Energietechnik, Umwelttechnik oder Energie- und Umwelttechnik) in ihrer Berufsqualifikation zu erwerben.

Ein zusätzliches Ziel des Masterstudiengangs Energie- und Umwelttechnik ist es, die Absolventinnen und Absolventen für den künftigen Beruf in der Weise vorzubereiten, dass ihnen Personalkompetenzen durch Erfahrungen mit technischer Kommunikation und durch selbstständiges Arbeiten vermittelt werden. Die theoretischen Kenntnisse werden mittels Laborpraktika untermauert. Darüber hinaus werden Kompetenzen erworben, die einen möglichen späteren Einstieg in verantwortungsvolle Tätigkeiten in der Industrie oder der Forschung ermöglichen.

## **Berufliche Perspektiven**

Sowohl der Energiemarkt als auch die Rahmenbedingungen des Umweltschutzes unterliegen zunehmend schnellen Änderungen, weshalb im Studiengang besonderer Wert auf zukunftsfestes Wissen gelegt wird. Damit sollen die Studierenden in die Lage versetzt werden, sich den Marktänderungen anzupassen, sodass sie sich auch bei künftigen Entwicklungen selbstständig und auf hohem Niveau in die berufliche Praxis einfügen und ihren persönlichen Horizont erweitern können. Aus diesem Grund hat der Masterstudiengang eine breit umfassende wissenschaftliche und methodenorientierte Grundausrichtung.

Nach erfolgreichem Abschluss des Studiums sind die Absolventinnen und Absolventen in der Lage, Methoden und Verfahren aus den Kernkompetenzen Thermodynamik, Strömungsmechanik und Verfahrenstechnik in der Tiefe zu erklären, um in die fachlichen Vertiefungen der Energie- und Umwelttechnik einsteigen zu können. Dies beinhaltet sowohl konventionelle als auch regenerative Energiearten. Hierbei werden die theoretischen Kenntnisse durch praktische Tätigkeiten in Laborpraktika und Seminaren ergänzt. Die Absolventinnen und Absolventen können die fachrelevanten Methoden und Werkzeuge anwenden, um Prozesse und deren Komponenten zu bilanzieren und auszulegen. Sie können Umweltauswirkungen im Allgemeinen identifizieren und Kontrollstrategien der Umweltbelastung aus Industrieanlagen entwickeln. Die Studierenden haben gelernt, ein Problem aus ihrem Fachgebiet kritisch zu überprüfen, Lösungsansätze mündlich zu erläutern und in den Zusammenhang ihres Fachgebietes einzuordnen.

Die Absolventinnen und Absolventen können eine Ingenieur Tätigkeit in verschiedenen Tätigkeitsfeldern der Energie- und Umwelttechnik verantwortungsvoll und kompetent ausüben. Sie sind in der Lage, Ingenieur Tätigkeiten in der Industrie auszuüben oder in die Forschung tätig zu sein.

Durch laufende Interaktion mit der Industrie im Rahmen gemeinsamer Forschungsvorhaben oder weiterer Kontaktmöglichkeiten werden die zunehmend rapiden Entwicklungen am Anforderungsprofil des Arbeitsmarktes aus der Nähe verfolgt, sodass bei den Inhalten des Lehrangebots des Master-Studiums Energie- und Umwelttechnik zeitnah Anpassungen vorgenommen werden können.

## **Lernziele**

Die Absolventinnen und Absolventen haben vertiefte und umfangreiche ingenieurwissenschaftliche, mathematische und naturwissenschaftliche Kenntnisse erworben, die sie zu wissenschaftlicher Arbeit in der Energietechnik, Umwelttechnik und angrenzenden Disziplinen befähigen. Sie haben ein kritisches Bewusstsein

gegenüber neueren Erkenntnissen ihrer Disziplin, auf dessen Basis sie in ihrer beruflichen Tätigkeit und der Gesellschaft verantwortlich handeln können. Die bereits im Bachelor-Studium für die praktische Ingenieur-tätigkeit erworbenen Schlüsselqualifikationen werden innerhalb des Master-Studiengangs ausgebaut.

## **Wissen**

Wissen konstituiert sich aus Fakten, Grundsätzen und Theorien und wird im Master-Studiengang Energie- und Umwelttechnik auf folgenden Gebieten erworben:

- Die Absolventinnen und Absolventen sind in der Lage, Methoden und Verfahren aus den Kernfachgebieten Thermodynamik, Strömungsmechanik und Verfahrenstechnik (Kernkompetenzen) in der Tiefe zu beschreiben, um in die Vertiefungsrichtungen in Energie- und Umwelttechnik einsteigen zu können. Dies beinhaltet sowohl konventionelle als auch regenerative Energiearten.
- Die fachrelevanten theoretischen Kenntnisse der Absolventinnen und Absolventen werden durch praktische Tätigkeiten (Laborpraktika und Seminare) ergänzt.
- Die Absolventinnen und Absolventen können den Aufbau, den Betrieb und die Organisation von Kraftwerken konventioneller und erneuerbarer Art erklären und die konstruktiven Merkmale von Energieanlagen und deren Komponenten benennen. Sie sind in der Lage, die Herausforderungen des energetisch und ökonomisch optimierten Betriebs von Energieanlagen zu erkennen, unter Beachtung der zusätzlichen Kriterien von Ressourcenschonung, Nachhaltigkeit und Wirtschaftlichkeit.
- Die Absolventinnen und Absolventen sind in der Lage, Umweltauswirkungen einzuschätzen und erforderliche Maßnahmen zur Minimierung der Umweltbelastung und Ressourcenschonung zu treffen.
- Die Absolventinnen und Absolventen werden im Rahmen der Durchführung eines Projektierungskurses in der Lage sein, komplexe verfahrenstechnische Aufgaben in Teamarbeit zu lösen.
- Die Absolventinnen und Absolventen sind in der Lage, durch nichttechnische Ergänzungskurse oder der Masterarbeit von der Technik hinausgehende Kenntnisse über den Beruf und seine gesellschaftliche Einordnung zu gewinnen.

## **Fertigkeiten**

Die Fähigkeit, erlerntes Wissen anzuwenden, um spezifische Probleme zu lösen, wird im Master-Studiengang Energie- und Umwelttechnik auf vielfältige Weise unterstützt:

- Die Absolventinnen und Absolventen sind im Stande, durch Anwendung einschlägiger fachrelevanter Methoden und Werkzeuge, die Bilanzierung und Auslegung von Prozessen und deren Komponenten zu bewältigen.
- Die Absolventinnen und Absolventen sind in der Lage, einen verbal geschilderten Zusammenhang in einen abstrakten Formalismus umzusetzen, eine allgemeine Problemstellung auf Teilprobleme des eigenen Faches oder anderer relevanter Fachgebiete abzubilden und eine Auswahl der geeigneten Methoden zur Problemlösung zu treffen.
- Die Absolventinnen und Absolventen sind fähig, die Ziele eines Projektes, eines Betriebes oder der Gesellschaft für eine ausgewogene und nachhaltige Abdeckung des Energiebedarfs und Ressourcenschonung zu erkennen und verantwortungsvoll Prioritäten bei der Suche des optimalen Lösungsansatzes zu setzen.
- Die Absolventinnen und Absolventen haben gelernt, ein Problem aus ihrem Fachgebiet kritisch zu überprüfen, Lösungsansätze mündlich zu erläutern und in den Zusammenhang ihres Fachgebietes einzuordnen.

## **Sozialkompetenz**

Sozialkompetenz umfasst die individuelle Fähigkeit und den Willen, zielorientiert mit anderen zusammen zu arbeiten, die Interessen der anderen zu erfassen, sich zu verständigen und die Arbeits- und Lebenswelt mitzugestalten.

- Die Absolventinnen und Absolventen können sich in einem fachlich homogenen Team organisieren, einen Lösungsweg erarbeiten, spezifische Teilaufgaben übernehmen, verantwortungsvoll Teilergebnisse liefern, und den eigenen Beitrag reflektieren.
- Die Absolventinnen und Absolventen sind in der Lage, in der Gruppe Verantwortung zu übernehmen, zur Gruppenleistung beizutragen und die Ergebnisse zu diskutieren und zu vertreten.
- Die Absolventinnen und Absolventen sind in der Lage, ihre wissenschaftlichen Arbeitsergebnisse vor

dem Plenum adressatengerecht zu präsentieren und zu verteidigen.

- Die Absolventinnen und Absolventen sind in der Lage, über Inhalte und Probleme der Energie- und Umwelttechnik mit Fachleuten und Laien zu kommunizieren. Sie können auf Nachfragen, Ergänzungen und Kommentare geeignet reagieren.

### Selbstständigkeit

Personale Kompetenzen umfassen neben der Kompetenz zum selbständigen Handeln auch die Entwicklung der eigenen Handlungsfähigkeit sowie die Fähigkeit und Bereitschaft, das Handeln anderer zu reflektieren und in Fachdiskussionen einen eigenen Beitrag zu leisten.

- Die Absolventinnen und Absolventen können sich eigenständig ein Fachthema erschließen und die Ergebnisse im Rahmen eines Vortrages mit gängigen Präsentationstechniken oder anhand einer fundierten Abhandlung gemäß den Grundsätzen guter wissenschaftlicher Praxis darstellen.
- Die Absolventinnen und Absolventen sind in der Lage, selbständig und fristgerecht zu arbeiten.
- Die Absolventinnen und Absolventen sind im Stande, zeitlich begrenzte und ressourcenbeschränkte Forschungsaufgaben unter Reflexion des im Studium Erlernten eigenverantwortlich durchzuführen und für die Ergebnisse die volle Verantwortung zu übernehmen.

### Studiengangsstruktur

Das Curriculum des Masterstudiengangs Energie- und Umwelttechnik gliedert sich in drei Bereiche:

- Übermittlung von zum Bachelorstudiengang Energie- und Umwelttechnik ergänzenden Fachkenntnissen zur Vertiefung der Kernqualifikation (36 LP von Pflichtveranstaltungen, zu denen auch das Praktikum Fachlabor Energie- und Umwelttechnik gehört) sowie Weiterentwicklung der schon im Bachelor gewonnenen fachlichen und persönlichen Kompetenzen.
- Weiterführende Veranstaltungen im Rahmen von drei Vertiefungen (Wahlpflichtveranstaltungen). Die Studierenden müssen je nach persönlicher Schwerpunktbildung jeweils drei Module à 6 LP aus jeder der drei Vertiefungen: Energietechnik (30 LP stehen zur Verfügung), Umwelttechnik (36 LP stehen zur Verfügung) und Energie- und Umwelttechnik (78 LP stehen zur Verfügung) auswählen. In diesen Wahlpflichtbereichen sind insgesamt 10 LP Praktikumsurse enthalten.
- Die Masterarbeit (Pflichtleistung).

Die zum Masterstudiengang Energie- und Umwelttechnik gehörenden Module sind wie folgt gegliedert:

- Mathematisch-naturwissenschaftliche und ingenieurwissenschaftliche Grundlagen und Anwendungen (sieben Module)
  - o sechs verfahrenstechnische Module
  - o ein Modul zum Umweltschutz und -management.
- Ingenieur Anwendungen (20 Module)
  - o fünf Module aus der thermischen Energietechnik
  - o ein Modul aus der elektrischen Energietechnik
  - o vier Module aus den Regenerativen Energien
  - o vier Module aus der Wasser- und Abwassertechnik
  - o vier Module aus der Umwelttechnik
  - o zwei Module zur Erlangung praktischer Kompetenzen (Fachlabor Energie- und Umwelttechnik, Seminar in Energie- und Umwelttechnik).
- Fachübergreifende Lehrinhalte aus dem nichttechnischen Katalog (zwei Module)

o Betrieb und Management

o Nichttechnische Ergänzungskurse im Master.

Ergänzend kommen folgende Inhalte hinzu:

- Projektierungskurs im 3. Semester
- Masterarbeit im 4. Semester.

Der Masterstudiengang Energie- und Umwelttechnik legt einen Schwerpunkt auf die Vertiefung von mathematisch-naturwissenschaftlichen und ingenieurwissenschaftlichen Grundlagen und Anwendungen. Fachliche Schwerpunkte sind die Vertiefungen Energietechnik und Umwelttechnik, welche im Modul-Verhältnis zu 3:6, 4:5, 5:4 oder 6:3 gewählt werden können. Des Weiteren wird dafür gesorgt, dass Erfahrungen bei der Bearbeitung von Projekten vermittelt werden (Seminar Energie- und Umwelttechnik und Projektierungskurs). Abschließend wird mit der Masterarbeit die Fähigkeit zum eigenständigen wissenschaftlichen Arbeiten erworben.

## Fachmodule der Kernqualifikation

Ziel des Masterstudiengangs „Energie- und Umwelttechnik“ (EUT) ist es, Studierende so auszubilden, dass sie energie- und umwelttechnische Problemstellungen qualifiziert bearbeiten können. Das Studium umfasst ein breites verfahrenstechnisches und maschinenbauliches Fachstudium sowie eine wissenschaftliche Vertiefung der Ausbildung und ist auf die Erfordernisse der Berufspraxis ausgerichtet, deren Anforderungen sich aus der technischen, wirtschaftlichen, ökologischen und gesellschaftlichen Entwicklung ergeben. Des Weiteren müssen die Studierenden im Rahmen der drei vorgegebenen Vertiefungen Wahlpflichtveranstaltungen auswählen. Bei dieser Auswahl können Sie Schwerpunkte in der Umwelttechnik, bei der regenerativen Energietechnik oder bei der konventionellen Energietechnik setzen, ohne jedoch die jeweils beiden anderen Bereiche zu vernachlässigen.

Als Kernqualifikation erwerben alle Absolventinnen und Absolventen durch Pflichtveranstaltungen vertiefte und umfangreiche ingenieurwissenschaftliche Kenntnisse in den Kerngebieten der Transportprozesse und der Strömungsmechanik. Die theoretischen Kenntnisse werden durch ein Fachlabor praxisbezogen erweitert. Inhalte des Fachlabors sind sowohl energietechnische Themen als auch angrenzende Aspekte der Umwelttechnik.

Einen weiteren Schwerpunkt der Kernqualifikation stellt die technische Kommunikation der Studierenden dar. Diese erfolgt im Rahmen des Seminars Energie- und Umwelttechnik, stärkt die „soft skills“ der Absolventinnen und Absolventen und bereitet sie für das eigenständige Arbeiten vor.

Der technische Inhalt der Kernqualifikation ist von einer Auswahl an Nichttechnischen Ergänzungskursen sowie Betrieb & Management Wahlpflichtfächern komplementiert. Diese erweitern die Kenntnisbasis der Absolventinnen und Absolventen mit Kompetenzen, welche wichtig für den erfolgreichen Berufseinstieg sind.

<b>Modul M0523: Betrieb &amp; Management</b>	
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Matthias Meyer
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Keine
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
<b>Fachkompetenz</b>	
<i>Wissen</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden sind in der Lage, ausgewählte betriebswirtschaftliche Spezialgebiete innerhalb der Betriebswirtschaftslehre zu verorten.</li> <li>• Die Studierenden können in ausgewählten betriebswirtschaftlichen Teilbereichen grundlegende Theorien, Kategorien und Modelle erklären.</li> <li>• Die Studierenden können technisches und betriebswirtschaftliches Wissen miteinander in Beziehung setzen.</li> </ul>
<i>Fertigkeiten</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können in ausgewählten betriebswirtschaftlichen Teilbereichen grundlegende Methoden anwenden.</li> <li>• Die Studierenden können für praktische Fragestellungen in betriebswirtschaftlichen Teilbereichen Entscheidungsvorschläge begründen.</li> </ul>
<b>Personale Kompetenzen</b>	

<i>Sozialkompetenz</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden sind in der Lage, in interdisziplinären Kleingruppen zu kommunizieren und gemeinsam Lösungen für komplexe Problemstellungen zu erarbeiten.</li> </ul>
<i>Selbstständigkeit</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden sind in der Lage, sich notwendiges Wissen durch Recherchen und Aufbereitungen von Material selbstständig zu erschließen.</li> </ul>
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Abhängig von der Wahl der Lehrveranstaltungen
<b>Leistungspunkte</b>	6

### Lehrveranstaltungen

**Die Informationen zu den Lehrveranstaltungen entnehmen Sie dem separat veröffentlichten Modulhandbuch des Moduls.**

## Modul M0524: Nichttechnische Ergänzungskurse im Master

<b>Modulverantwortlicher</b>	Dagmar Richter
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Keine
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
<b>Fachkompetenz</b>	<p><b>Die Nichttechnischen Angebote (NTA)</b></p> <p>vermittelt die in Hinblick auf das Ausbildungsprofil der TUHH nötigen Kompetenzen, die ingenieurwissenschaftliche Fachlehre fördern aber nicht abschließend behandeln kann: Eigenverantwortlichkeit, Selbstführung, Zusammenarbeit und fachliche wie personale Leitungsbefähigung der zukünftigen Ingenieurinnen und Ingenieure. Er setzt diese Ausbildungsziele in seiner <b>Lehrarchitektur</b>, den <b>Lehr-Lern-Arrangements</b>, den <b>Lehrbereichen</b> und durch Lehrangebote um, in denen sich Studierende wahlweise für <b>spezifische Kompetenzen</b> und ein <b>Kompetenzniveau</b> auf Bachelor- oder Masterebene qualifizieren können. Die Lehrangebote sind jeweils in einem Modulkatalog Nichttechnische Ergänzungskurse zusammengefasst.</p> <p><b>Die Lehrarchitektur</b></p> <p>besteht aus einem studiengangübergreifenden Pflichtstudienangebot. Durch dieses zentral konzipierte Lehrangebot wird die Profilierung der TUHH Ausbildung auch im nichttechnischen Bereich gewährleistet.</p> <p>Die Lernarchitektur erfordert und übt eigenverantwortliche Bildungsplanung in Hinblick auf den individuellen Kompetenzaufbau ein und stellt dazu Orientierungswissen zu thematischen Schwerpunkten von Veranstaltungen bereit.</p> <p>Das über den gesamten Studienverlauf begleitend studierbare Angebot kann ggf. in ein-zwei Semestern studiert werden. Angesichts der bekannten, individuellen Anpassungsprobleme beim Übergang von Schule zu Hochschule in den ersten Semestern und um individuell geplante Auslandsemester zu fördern, wird jedoch von einer Studienfixierung in konkreten Fachsemestern abgesehen.</p> <p><b>Die Lehr-Lern-Arrangements</b></p> <p>sehen für Studierende - nach B.Sc. und M.Sc. getrennt - ein semester- und fachübergreifendes voneinander Lernen vor. Der Umgang mit Interdisziplinarität und einer Vielfalt von Lernständen in Veranstaltungen wird eingeübt - und in spezifischen Veranstaltungen gezielt gefördert.</p> <p><b>Die Lehrbereiche</b></p> <p>basieren auf Forschungsergebnissen aus den wissenschaftlichen Disziplinen Kulturwissenschaften, Gesellschaftswissenschaften, Kunst, Geschichtswissenschaften, Kommunikationswissenschaften, Migrationswissenschaften, Nachhaltigkeitsforschung und aus der Fachdidaktik der Ingenieurwissenschaften. Über alle Studiengänge hinweg besteht im Bachelorbereich zusätzlich ab Wintersemester 2014/15 das Angebot, gezielt Betriebswirtschaftliches und Gründungswissen aufzubauen. Das Lehrangebot wird durch soft skill und Fremdsprachkurse ergänzt. Hier werden insbesondere kommunikative Kompetenzen z.B. für Outgoing Engineers gezielt gefördert.</p> <p><b>Das Kompetenzniveau</b></p> <p>der Veranstaltungen in den Modulen der nichttechnischen Ergänzungskurse unterscheidet sich in Hinblick auf das zugrunde gelegte Ausbildungsziel: Diese Unterschiede spiegeln sich in den verwendeten Praxisbeispielen, in den - auf</p>

Wissen

unterschiedliche berufliche Anwendungskontexte verweisende - Inhalten und im für M.Sc. stärker wissenschaftlich-theoretischen Abstraktionsniveau. Die Soft skills für Bachelor- und für Masterabsolventinnen/ Absolventen unterscheidet sich an Hand der im Berufsleben unterschiedlichen Positionen im Team und bei der Anleitung von Gruppen.

**Fachkompetenz (Wissen)**

Die Studierenden können

- ausgewähltes Spezialgebiete des jeweiligen nichttechnischen Bereiches erläutern,
- in den im Lehrbereich vertretenen Disziplinen grundlegende Theorien, Kategorien, Begrifflichkeiten, Modelle, Konzepte oder künstlerischen Techniken skizzieren,
- diese fremden Fachdisziplinen systematisch auf die eigene Disziplin beziehen, d.h. sowohl abgrenzen als auch Anschlüsse benennen,
- in Grundzügen skizzieren, inwiefern wissenschaftliche Disziplinen, Paradigmen, Modelle, Instrumente, Verfahrensweisen und Repräsentationsformen der Fachwissenschaften einer individuellen und soziokulturellen Interpretation und Historizität unterliegen,
- können Gegenstandsangemessen in einer Fremdsprache kommunizieren (sofern dies der gewählte Schwerpunkt im NTW-Bereich ist).

Die Studierenden können in ausgewählten Teilbereichen

- grundlegende und teils auch spezielle Methoden der genannten Wissenschaftsdisziplinen anwenden.
- technische Phänomene, Modelle, Theorien usw. aus der Perspektive einer anderen, oben erwähnten Fachdisziplin befragen.
- einfache und teils auch fortgeschrittene Problemstellungen aus den behandelten Wissenschaftsdisziplinen erfolgreich bearbeiten,
- bei praktischen Fragestellungen in Kontexten, die den technischen Sach- und Fachbezug übersteigen, ihre Entscheidungen zu Organisations- und Anwendungsformen der Technik begründen.

*Fertigkeiten*

**Personale Kompetenzen**

Die Studierenden sind fähig ,

- in unterschiedlichem Ausmaß kooperativ zu lernen
- eigene Aufgabenstellungen in den o.g. Bereichen in adressatengerechter Weise in einer Partner- oder Gruppensituation zu präsentieren und zu analysieren,
- nichttechnische Fragestellungen einer Zuhörerschaft mit technischem Hintergrund verständlich darzustellen
- sich landessprachlich kompetent, kulturell angemessen und geschlechtersensibel auszudrücken (sofern dies der gewählte Schwerpunkt im NTW-Bereich ist)

*Sozialkompetenz*

Die Studierenden sind in ausgewählten Bereichen in der Lage,

<i>Selbstständigkeit</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• die eigene Profession und Professionalität im Kontext der lebensweltlichen Anwendungsgebiete zu reflektieren,</li> <li>• sich selbst und die eigenen Lernprozesse zu organisieren,</li> <li>• Fragestellungen vor einem breiten Bildungshorizont zu reflektieren und verantwortlich zu entscheiden,</li> <li>• sich in Bezug auf ein nichttechnisches Sachthema mündlich oder schriftlich kompetent auszudrücken.</li> <li>• sich als unternehmerisches Subjekt zu organisieren, (sofern dies ein gewählter Schwerpunkt im NTW-Bereich ist).</li> </ul>
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Abhängig von der Wahl der Lehrveranstaltungen
<b>Leistungspunkte</b>	6

<b>Lehrveranstaltungen</b>
<b>Die Informationen zu den Lehrveranstaltungen entnehmen Sie dem separat veröffentlichten Modulhandbuch des Moduls.</b>

Modul M0540: Transport Processes				
<b>Lehrveranstaltungen</b>				
<b>Titel</b>		<b>Typ</b>	<b>SWS</b>	<b>LP</b>
Mehrphasenströmungen (L0104)		Vorlesung	2	2
Reaktorauslegung unter Nutzung lokaler Transportprozesse (L0105)		Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung	2	2
Wärme- und Stofftransport in der Verfahrenstechnik (L0103)		Vorlesung	2	2
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Michael Schlüter			
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	None			
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	All lectures from the undergraduate studies, especially mathematics, chemistry, thermodynamics, fluid mechanics, heat- and mass transfer.			
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht			
<b>Fachkompetenz</b>	<p>Students are able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>describe transport processes in single- and multiphase flows and they know the analogy between heat- and mass transfer as well as the limits of this analogy.</li> <li>explain the main transport laws and their application as well as the limits of application.</li> <li>describe how transport coefficients for heat- and mass transfer can be derived experimentally.</li> <li>compare different multiphase reactors like trickle bed reactors, pipe reactors, stirring tanks and bubble column reactors.</li> <li>are known. The Students are able to perform mass and energy balances for different kind of reactors. Further more the industrial application of multiphase reactors for heat- and mass transfer are known.</li> </ul>			
<i>Wissen</i>				
<b>Fertigkeiten</b>	<p>The students are able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>optimize multiphase reactors by using mass- and energy balances,</li> <li>use transport processes for the design of technical processes,</li> <li>to choose a multiphase reactor for a specific application.</li> </ul>			
<i>Fertigkeiten</i>				
<b>Personale Kompetenzen</b>	<p>The students are able to discuss in international teams in english and develop an approach under pressure of time.</p>			
<i>Sozialkompetenz</i>				
<b>Selbstständigkeit</b>	<p>Students are able to define independently tasks, to solve the problem "design of a multiphase reactor". The knowledge that s necessary is worked out by the students themselves on the basis of the existing knowledge from the lecture. The students are able to decide by themselves what kind of equation and model is applicable to their certain problem. They are able to organize their own team and to define priorities for different tasks.</p>			
<i>Selbstständigkeit</i>				
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84			
<b>Leistungspunkte</b>	6			
<b>Prüfung</b>	Klausur			
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	15 Minuten Vortrag + 90 Minuten Multiple Choice Klausur			
	Bioverfahrenstechnik: Kernqualifikation: Pflicht Energie- und Umwelttechnik: Kernqualifikation: Pflicht			

<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Energie- und Umwelttechnik: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Verfahrenstechnik und Biotechnologie: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Kernqualifikation: Pflicht
---	---

<b>Lehrveranstaltung L0104: Multiphase Flows</b>	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	2
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Prof. Michael Schlüter
<b>Sprachen</b>	EN
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interfaces in MPF (boundary layers, surfactants)</li> <li>• Hydrodynamics &amp; pressure drop in Film Flows</li> <li>• Hydrodynamics &amp; pressure drop in Gas-Liquid Pipe Flows</li> <li>• Hydrodynamics &amp; pressure drop in Bubbly Flows</li> <li>• Mass Transfer in Film Flows</li> <li>• Mass Transfer in Gas-Liquid Pipe Flows</li> <li>• Mass Transfer in Bubbly Flows</li> <li>• Reactive mass Transfer in Multiphase Flows</li> <li>• Film Flow: Application Trickle Bed Reactors</li> <li>• Pipe Flow: Application Tubular Reactors</li> <li>• Bubbly Flow: Application Bubble Column Reactors</li> </ul>
<b>Literatur</b>	Brauer, H.: Grundlagen der Einphasen- und Mehrphasenströmungen. Verlag Sauerländer, Aarau, Frankfurt (M), 1971. Clift, R.; Grace, J.R.; Weber, M.E.: Bubbles, Drops and Particles, Academic Press, New York, 1978. Fan, L.-S.; Tsuchiya, K.: Bubble Wake Dynamics in Liquids and Liquid-Solid Suspensions, Butterworth-Heinemann Series in Chemical Engineering, Boston, USA, 1990. Hewitt, G.F.; Delhay, J.M.; Zuber, N. (Ed.): Multiphase Science and Technology. Hemisphere Publishing Corp, Vol. 1/1982 bis Vol. 6/1992. Kolev, N.I.: Multiphase flow dynamics. Springer, Vol. 1 and 2, 2002. Levy, S.: Two-Phase Flow in Complex Systems. Verlag John Wiley & Sons, Inc, 1999. Crowe, C.T.: Multiphase Flows with Droplets and Particles. CRC Press, Boca Raton, Fla, 1998.

Lehrveranstaltung L0105: Reactor Design Using Local Transport Processes	
<b>Typ</b>	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	2
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Prof. Michael Schlüter
<b>Sprachen</b>	EN
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	<p>In this Problem-Based Learning unit the students have to design a multiphase reactor for a fast chemical reaction concerning optimal hydrodynamic conditions of the multiphase flow.</p> <p>The four students in each team have to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• collect and discuss material properties and equations for design from the literature,</li> <li>• calculate the optimal hydrodynamic design,</li> <li>• check the plausibility of the results critically,</li> <li>• write an exposé with the results.</li> </ul> <p>This exposé will be used as basis for the discussion within the oral group examen of each team.</p>
<b>Literatur</b>	see actual literature list in StudIP with recent published papers

Lehrveranstaltung L0103: Heat & Mass Transfer in Process Engineering	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	2
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Prof. Michael Schlüter
<b>Sprachen</b>	EN
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction - Transport Processes in Chemical Engineering</li> <li>• Molecular Heat- and Mass Transfer: Applications of Fourier's and Fick's Law</li> <li>• Convective Heat and Mass Transfer: Applications in Process Engineering</li> <li>• Unsteady State Transport Processes: Cooling &amp; Drying</li> <li>• Transport at fluidic Interfaces: Two Film, Penetration, Surface Renewal</li> <li>• Transport Laws &amp; Balance Equations with turbulence, sinks and sources</li> <li>• Experimental Determination of Transport Coefficients</li> <li>• Design and Scale Up of Reactors for Heat- and Mass Transfer</li> <li>• Reactive Mass Transfer</li> <li>• Processes with Phase Changes – Evaporization and Condensation</li> <li>• Radiative Heat Transfer - Fundamentals</li> <li>• Radiative Heat Transfer - Solar Energy</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Baehr, Stephan: Heat and Mass Transfer, Wiley 2002.</li> <li>2. Bird, Stewart, Lightfoot: Transport Phenomena, Springer, 2000.</li> <li>3. John H. Lienhard: A Heat Transfer Textbook, Phlogiston Press, Cambridge Massachusetts, 2008.</li> <li>4. Myers: Analytical Methods in Conduction Heat Transfer, McGraw-Hill, 1971.</li> <li>5. Incropera, De Witt: Fundamentals of Heat and Mass Transfer, Wiley, 2002.</li> <li>6. Beek, Mutzall: Transport Phenomena, Wiley, 1983.</li> <li>7. Crank: The Mathematics of Diffusion, Oxford, 1995.</li> <li>8. Madhusudana: Thermal Contact Conductance, Springer, 1996.</li> <li>9. Treybal: Mass-Transfer-Operation, McGraw-Hill, 1987.</li> </ol>

Modul M0542: Strömungsmechanik in der Verfahrenstechnik			
<b>Lehrveranstaltungen</b>			
<b>Titel</b>	<b>Typ</b>	<b>SWS</b>	<b>LP</b>
Anwendungen der Strömungsmechanik in der VT (L0106)	Hörsaalübung	2	2
Strömungsmechanik II (L0001)	Vorlesung	2	4
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Michael Schlüter		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mathematik I-III</li> <li>• Grundlagen der Strömungsmechanik</li> <li>• Technische Thermodynamik I-II</li> <li>• Wärme- und Stoffübertragung</li> </ul>		
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
<b>Fachkompetenz</b>	<p><i>Wissen</i></p> <p>Studierende können verschiedene Anwendungen der Strömungsmechanik in den Vertiefungsrichtungen Verfahrenstechnik, Bioverfahrenstechnik, Energie- und Umwelttechnik und Regenerative Energien beschreiben. Sie können die Grundlagen der Strömungsmechanik den verschiedenen Anwendungen zuordnen und für konkrete Berechnungen abwandeln. Die Studierenden können einschätzen, welche strömungsmechanischen Probleme mit analytischen Lösungen berechnet werden können und welche alternativen Möglichkeiten (z.B. Selbstähnlichkeit am Beispiel des Freistrahls, empirische Lösungen am Beispiel der Forchheimer Gleichung, numerische Methoden am Beispiel der Large Eddy Simulation) zur Verfügung stehen.</p> <p><i>Fertigkeiten</i></p> <p>Studierende sind in der Lage, die Grundlagen der Strömungsmechanik auf technische Prozesse anzuwenden. Insbesondere können sie Impuls- und Massenbilanzen aufstellen, um damit technische Prozesse hydrodynamisch zu optimieren. Sie sind in der Lage, einen verbal geschilderten Zusammenhang in einen abstrakten Formalismus umzusetzen.</p> <p><b>Personale Kompetenzen</b></p> <p><i>Sozialkompetenz</i></p> <p>Die Studierenden können die vorgegebene Aufgabenstellungen in Kleingruppen diskutieren und einen gemeinsamen Lösungsweg erarbeiten.</p> <p><i>Selbstständigkeit</i></p> <p>Studierende sind in der Lage, eigenständig Aufgaben für strömungsmechanische Problemstellungen zu definieren und sich das zur Lösung dieser Aufgaben notwendige Wissen, aufbauend auf dem vermittelten Wissen, selbst zu erarbeiten.</p>		
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
<b>Leistungspunkte</b>	6		
<b>Prüfung</b>	Klausur		
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	180 min		
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Bioverfahrenstechnik: Vertiefung A - Allgemeine Bioverfahrenstechnik: Wahlpflicht Energie- und Umwelttechnik: Kernqualifikation: Pflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Energie- und Umwelttechnik: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Verfahrenstechnik und Biotechnologie: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Kernqualifikation: Pflicht		

Lehrveranstaltung L0106: Anwendungen der Strömungsmechanik in der VT	
<b>Typ</b>	Hörsaalübung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	2
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Prof. Michael Schlüter
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	Die Hörsaalübung dient zur Überführung der stark theoretischen Lehrinhalte aus der Vorlesung auf die praktische Anwendung bei der Berechnung der Hausaufgaben. Hierfür werden exemplarische Beispielaufgaben an der Tafel vorgerechnet die aufzeigen, wie das theoriebasierte Wissen zur Lösung einer konkreten Verfahrenstechnischen Fragestellung genutzt werden kann.
<b>Literatur</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Brauer, H.: Grundlagen der Einphasen- und Mehrphasenströmungen. Verlag Sauerländer, Aarau, Frankfurt (M), 1971.</li> <li>2. Brauer, H.; Mewes, D.: Stoffaustausch einschließlich chemischer Reaktion. Frankfurt: Sauerländer 1972.</li> <li>3. Crowe, C. T.: Engineering fluid mechanics. Wiley, New York, 2009.</li> <li>4. Durst, F.: Strömungsmechanik: Einführung in die Theorie der Strömungen von Fluiden. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 2006.</li> <li>5. Fox, R.W.; et al.: Introduction to Fluid Mechanics. J. Wiley &amp; Sons, 1994.</li> <li>6. Herwig, H.: Strömungsmechanik: Eine Einführung in die Physik und die mathematische Modellierung von Strömungen. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 2006.</li> <li>7. Herwig, H.: Strömungsmechanik: Einführung in die Physik von technischen Strömungen: Vieweg+Teubner Verlag / GWV Fachverlage GmbH, Wiesbaden, 2008.</li> <li>8. Kuhlmann, H.C.: Strömungsmechanik. München, Pearson Studium, 2007</li> <li>9. Oertl, H.: Strömungsmechanik: Grundlagen, Grundgleichungen, Lösungsmethoden, Softwarebeispiele. Vieweg+ Teubner / GWV Fachverlage GmbH, Wiesbaden, 2009.</li> <li>10. Schade, H.; Kunz, E.: Strömungslehre. Verlag de Gruyter, Berlin, New York, 2007.</li> <li>11. Truckenbrodt, E.: Fluidmechanik 1: Grundlagen und elementare Strömungsvorgänge dichtebeständiger Fluide. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 2008.</li> <li>12. Schlichting, H. : Grenzschicht-Theorie. Springer-Verlag, Berlin, 2006.</li> <li>13. van Dyke, M.: An Album of Fluid Motion. The Parabolic Press, Stanford California, 1882.</li> <li>14. White, F.: Fluid Mechanics, Mcgraw-Hill, ISBN-10: 0071311211, ISBN-13: 978-0071311212, 2011.</li> </ol>

Lehrveranstaltung L0001: Strömungsmechanik II	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	4
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 92, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Prof. Michael Schlüter
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Differenzialgleichungen zum Impuls-, Wärme- und Stoffaustausch</li> <li>• Beispiele für Vereinfachungen der Navier-Stokes Gleichungen</li> <li>• Instationärer Impulsaustausch</li> <li>• Freie Scherschichten, Turbulenz und Freistrahle</li> <li>• Partikelumströmungen – Feststoffverfahrenstechnik</li> <li>• Kopplung Impuls- und Wärmetransport - Thermische VT</li> <li>• Kopplung Impuls- und Wärmetransport - Thermische VT</li> <li>• Rheologie – Bioverfahrenstechnik</li> <li>• Kopplung Impuls- und Stofftransport – Reaktives Mischen, Chemische VT</li> <li>• Strömung in porösen Medien – heterogene Katalyse</li> <li>• Pumpen und Turbinen - Energie- und Umwelttechnik</li> <li>• Wind- und Wellenkraftanlagen - Regenerative Energien</li> <li>• Einführung in die numerische Strömungssimulation</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Brauer, H.: Grundlagen der Einphasen- und Mehrphasenströmungen. Verlag Sauerländer, Aarau, Frankfurt (M), 1971.</li> <li>2. Brauer, H.; Mewes, D.: Stoffaustausch einschließlich chemischer Reaktion. Frankfurt: Sauerländer 1972.</li> <li>3. Crowe, C. T.: Engineering fluid mechanics. Wiley, New York, 2009.</li> <li>4. Durst, F.: Strömungsmechanik: Einführung in die Theorie der Strömungen von Fluiden. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 2006.</li> <li>5. Fox, R.W.; et al.: Introduction to Fluid Mechanics. J. Wiley &amp; Sons, 1994.</li> <li>6. Herwig, H.: Strömungsmechanik: Eine Einführung in die Physik und die mathematische Modellierung von Strömungen. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 2006.</li> <li>7. Herwig, H.: Strömungsmechanik: Einführung in die Physik von technischen Strömungen: Vieweg+Teubner Verlag / GWV Fachverlage GmbH, Wiesbaden, 2008.</li> <li>8. Kuhlmann, H.C.: Strömungsmechanik. München, Pearson Studium, 2007</li> <li>9. Oertl, H.: Strömungsmechanik: Grundlagen, Grundgleichungen, Lösungsmethoden, Softwarebeispiele. Vieweg+ Teubner / GWV Fachverlage GmbH, Wiesbaden, 2009.</li> <li>10. Schade, H.; Kunz, E.: Strömungslehre. Verlag de Gruyter, Berlin, New York, 2007.</li> <li>11. Truckenbrodt, E.: Fluidmechanik 1: Grundlagen und elementare Strömungsvorgänge dichtebeständiger Fluide. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 2008.</li> <li>12. Schlichting, H. : Grenzschicht-Theorie. Springer-Verlag, Berlin, 2006.</li> <li>13. van Dyke, M.: An Album of Fluid Motion. The Parabolic Press, Stanford California, 1882.</li> </ol>

# Modul M1036: Fachlabor Energie- und Umwelttechnik

## Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Fachlabor Energie- und Umwelttechnik (L1386)	Laborpraktikum	6	6

<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Alfons Kather
------------------------------	---------------------

<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine
----------------------------------	-------

<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	“Wärme­kraftwerke“
---------------------------------	--------------------

<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
---	---

<b>Fachkompetenz</b>	<p>Das Fachlabor Energietechnik für EUT dient zur Vertiefung und Anwendung der in dem Bachelor erworbenen Kenntnisse in Energie- und Umwelttechnik. Ziel ist die Anwendung von Methoden und Verfahren zur praxisorientierten Analyse und Bewertung von Versuchsergebnissen. Besondere Beachtung wird gewidmet auf die quantitative Ermittlung von Umweltauswirkungen aus Energieanlagen sowie Industrieanlagen.</p> <p>Durch die Durchführung von Laborversuchen lernen die Studierenden die Ermittlung realitätsnaher Messdaten in realen Anlagen und die Protokollierung sowie Qualitätssicherung der Messergebnisse kennen. Anhand der gemessenen Parameter leiten die Studierenden qualitative Kennzahlen bezüglich der untersuchten Anlagen ab. Sie verfassen anschließend einen Laborbericht mit den Erkenntnissen und der kritischen Betrachtung der untersuchten Anlage.</p> <p>Im Rahmen dieser Gruppenarbeit können Studierende die erfassten Anlagen sowie physikalische und chemische Phänomene beurteilen und bewerten. Durch Präsentationen des Versuchsverlaufs und der Ergebnisse mit anschließender Diskussion zwecks kritischer Ergebnisbewertung erlernen die Studierenden technische Kommunikation und fachliche Auseinandersetzung.</p> <p>Studierende müssen in der Gruppe die Verantwortung für Teilaspekte der Gruppenleistung übernehmen, die sogar bei Nichterfüllung Konsequenzen für die gesamte Gruppe haben können. Dies stärkt das Verantwortungssein sowie die Team- und Kommunikationsfähigkeit der Teilnehmenden und prägt deren Bereitschaft, Führungsverantwortung zu übernehmen.</p> <p>Darüber hinaus lernen die Teilnehmenden die technische Protokollierung sowie die Durchführung von Auswertung und kritischer Bewertung von Messungen an zum Teil größeren Anlagen kennen und erfahren somit realitätsnah das für den Beruf relevante Ingenieursdenken. Durch die dazu gehörende Vorbereitung von Laborprotokollen über den Versuchsaufbau und -ablauf erlernen die Studierenden Techniken zur technischen Kommunikation auf schriftlicher Basis.</p> <p>Im Rahmen einzelner Nachbesprechungen üben die Studierenden das Einsetzen von Präsentationstechniken, um fachliche Aspekte der durchgeführten Versuche darzustellen und sachlich zu diskutieren. Das Üben von analytischem und kritischem Denken bei der Erfüllung dieser Leistungen wird von den Studierenden erwartet.</p>
<i>Wissen</i>	
<i>Fertigkeiten</i>	
<b>Personale Kompetenzen</b>	
<i>Sozialkompetenz</i>	<p>Durch die Organisation sowie die Protokollierung und Analyse der Versuche in Eigenverantwortung werden die Sozialkompetenzen der Studierenden innerhalb der Gruppe angewendet. Das Beherrschen der Lösungsmethodik und das Zergliedern in Teilprobleme werden in Teamarbeit durchgeführt. Bei der Vorbereitung des gemeinsamen Protokolls und der dazu gehörenden Aussagen über die Versuchsdurchführung werden Kommunikations- sowie Teamfähigkeiten angefordert.</p>

<b>Selbstständigkeit</b>	Für die Auswahl der Protokollierenden sowie die Planung und fristgerechte Durchführung der Auswertung und Bewertung der Ergebnisse ist der Beitrag jedes Studierenden unerlässlich. Entsprechende Kurzpräsentationen bei einigen Versuchen stellen direkte Eigenleistungen der einzelnen Teilnehmer dar.
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84
<b>Leistungspunkte</b>	6
<b>Prüfung</b>	Schriftliche Ausarbeitung
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	Einreichung von Protokollen und Nachbesprechung (120 Minuten) mit Befragung der Studierenden
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Energie- und Umwelttechnik: Kernqualifikation: Pflicht

<b>Lehrveranstaltung L1386: Fachlabor Energie- und Umwelttechnik</b>	
<b>Typ</b>	Laborpraktikum
<b>SWS</b>	6
<b>LP</b>	6
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84
<b>Studienleistung</b>	Laborversuch "Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung": Vorbereitung und Präsentation von 5-10 PowerPoint-Folien (ca. 5-10 Minuten) zu bestimmten Teilaspekten des Versuchs. Versuch "Biomassekessel": zehnmündige Präsentation zum Thema energetische Nutzung von Biomasse. Versuche "Wärmeübertragung" und "Brennwertkessel": Teilnahme an Testat (Multiple-Choice-Fragen zum Versuchsinhalt), Versuch "Komplexbildung": Kolloquium zur Versuchsvorbereitung. Alle Studienleistungen sind verpflichtend zu erbringen, es gibt
<b>Dozenten</b>	Prof. Alfons Kather, Dozenten des SD V
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	Im Fachlabor werden die folgenden Versuche angeboten: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung im TUHH-BHKW</li> <li>• Abnahmemessungen an einer Dampfkraftanlage</li> <li>• Messung von Feinstaubemissionen an einem Biomassekessel</li> <li>• Wärmeübertragung an ebener Platte</li> <li>• Energiebilanz an einem Brennwertkessel</li> <li>• Komplexbildung von Schwermetallen</li> </ul>
<b>Literatur</b>	Skripte werden für jeden Versuch zur Verfügung gestellt

Modul M1120: Seminar Energie- und Umwelttechnik			
<b>Lehrveranstaltungen</b>			
<b>Titel</b>	<b>Typ</b>	<b>SWS</b>	<b>LP</b>
Seminar Energie- und Umwelttechnik (L1456)	Seminar	6	6
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Alfons Kather		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	<p>Grundlegende Lehrveranstaltungen: Wärmeübertragung, Wärmekraftwerke.</p> <p>Die Teilnahme an der Einführungsveranstaltung ist dringend erforderlich.</p>		
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
<b>Fachkompetenz</b>	<p>Die Studierenden können ein Thema aus dem Fachgebiet Energie- und Umwelttechnik aus Literaturquellen detailliert betrachten und es anschließend vor einem Fachpublikum zusammenfassend und ausführlich erklären. Insbesondere die Betrachtung von umwelttechnischen Themenstellungen sowie deren Verknüpfung mit unterschiedlichen Wissensgebieten werden bei dem Themenauswahl bevorzugt. Durch eine schriftliche Zusammenfassung können die Studierenden einen Überblick übermitteln und technisches Schreiben üben. Anhand der Diskussion übt der Studierende zusätzlich die wissenschaftliche Auseinandersetzung zu einem Fachthema.</p>		
<i>Wissen</i>			
<b>Fertigkeiten</b>	<p>Die Studierenden können bei der Bearbeitung eines ihnen nicht vertrauten Fachthemas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Literaturrecherche zu einem bestimmten Thema durchführen</li> <li>• relevante Informationen auswählen und kritisch bewerten</li> <li>• eine schriftliche Zusammenfassung erstellen</li> <li>• Ergebnisse vor Kommilitonen sowie Dozenten präsentieren</li> <li>• Quellen korrekt zitieren und referenzieren.</li> </ul>		
<i>Fertigkeiten</i>			
<b>Personale Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden üben die kritische Auseinandersetzung mit Literatur zu einem vorgegebenen Themenkomplex und können als Vortragende das eigene Fachthema für eine entsprechende Zielgruppe aufarbeiten und entsprechend präsentieren und diskutieren. Als Zuhörer können sie Fragen formulieren und mit den Vortragenden diskutieren.</p> <p>Die Bearbeitung der Aufgaben kombiniert Eigenarbeit mit Gruppen- und Teamarbeit.</p>		
<i>Sozialkompetenz</i>			
<b>Selbstständigkeit</b>	<p>Die Teilnehmer können unter Anleitung einer Betreuerperson den eigenen Arbeits- und Lernstand kritisch reflektieren und selbstständig eine wissenschaftliche Ausarbeitung erstellen.</p>		
<i>Selbstständigkeit</i>			
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84		
<b>Leistungspunkte</b>	6		
<b>Prüfung</b>	Schriftliche Ausarbeitung		
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	Nach der Beteiligung an Diskussionen in der Gruppe und nach den einzelnen		

	Präsentationen + Schriftliche Ausarbeitung.
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Energie- und Umwelttechnik: Kernqualifikation: Pflicht

<b>Lehrveranstaltung L1456: Seminar Energie- und Umwelttechnik</b>	
<b>Typ</b>	Seminar
<b>SWS</b>	6
<b>LP</b>	6
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84
<b>Dozenten</b>	Prof. Alfons Kather
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Einführungsveranstaltung mit Themenvergabe, Terminplanung etc.</li> <li>- Literaturrecherche zum Thema</li> <li>- Erstellung des Vortrages mit einer Präsentationssoftware wie z. B. Powerpoint</li> <li>- Einreichung einer Kurzfassung von mindestens 12 und maximal 20 DIN A4 Seiten (ca. 18.000 bis 25.000 Zeichen ohne Leerzeichen), der verwendeten Literatur und des Vortrages in elektronischer Form</li> <li>- Präsentation (15 Minuten) mit anschließender Diskussion (10 Minuten)</li> </ul>
<b>Literatur</b>	

## Fachmodule der Vertiefung Energie- und Umwelttechnik

Diese Vertiefung, aus welcher drei Module auszuwählen sind, besteht aus Wahlpflichtveranstaltungen, die ein breites Spektrum berufsrelevanter Aspekte sowohl der Energietechnik als auch der Umwelttechnik vermitteln. Mit den gewählten Modulen kann der/die Studierende entweder die Energietechnik oder die Umwelttechnik vertiefen oder aber beide Schwerpunkte berücksichtigen.

Zum einen können die Absolventinnen und Absolventen sich weitere umfangreiche Kenntnisse über Kernthemen der Energietechnik – sowohl konventionelle als auch erneuerbare – aneignen. Zum anderen werden umwelttechnische Aspekte in Bezug auf Abfallbehandlung sowie Abwasser-Umwelttechnik ausführlich behandelt. Dies beinhaltet auch die nachhaltige Nutzung von Ressourcen, sodass Energieerzeugung umweltverträglich erfolgt.

Das Lehrangebot ist zusätzlich durch Lehrveranstaltungen in fachrelevanten spezialisierten Themen komplementiert. Diese beinhalten Feststoffverfahrenstechnologie, Abwasseranalytik und Membrantechnologie, die eine Basisrolle in der Energie- und Umwelttechnik spielen.

Die Vertiefung wird durch die Möglichkeit der Teilnahme an einem Projektierungskurs abgerundet. In diesem erfahren die Studierenden, wie man zur Lösung einer komplexen verfahrenstechnischen Aufgabe zusammenarbeitet, Spezialwerkzeuge für die Auslegung von Prozessen nutzt und welche Hindernisse und Schwierigkeiten bei der Auslegung eines verfahrenstechnischen Prozesses auftreten können.

<b>Modul M0801: Wasserressourcen und -versorgung</b>	
<b>Lehrveranstaltungen</b>	
<b>Titel</b>	<b>Typ</b>
Chemie der Trinkwasseraufbereitung (L0311)	Vorlesung
Chemie der Trinkwasseraufbereitung (L0312)	Hörsaalübung
Wasserressourcenmanagement (L0402)	Vorlesung
Wasserressourcenmanagement (L0403)	Gruppenübung
	<b>SWS</b>
	<b>LP</b>
	2
	1
	1
	2
	1
	1
	1
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Mathias Ernst
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Kenntnis wasserwirtschaftlicher Maßnahmenfelder sowie der zentralen Prozesse der Trinkwasseraufbereitung
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
<b>Fachkompetenz</b>	
<i>Wissen</i>	Die Studierenden können Konfliktfelder wasserwirtschaftlichen Maßnahmen und deren gegenseitige Abhängigkeit für eine nachhaltige Wasserversorgung skizzieren. Sie können relevante ökonomische, ökologische und soziale Aspekte wiedergeben. Die Studierenden können Organisationsstrukturen von Wasserversorgungsunternehmen erläutern und einordnen. Sie können verfügbare Trinkwasseraufbereitungsverfahren in der Breite der Anwendungen erklären.
<i>Fertigkeiten</i>	Die Studierende können komplexe Problemfelder aus Sicht der Trinkwassergewinnung einordnen und Lösungsansätze für wasserwirtschaftliche sowie technische Maßnahmen aufstellen. Sie können hierfür anwendbare Bewertungsmethoden einordnen. Die Studierenden sind in der Lage wasserchemische Berechnungen für ausgewählte Aufbereitungsprozessen durchzuführen. Sie können ausgewählte allgemein anerkannte Regeln der Technik auf Prozesse der Trinkwasseraufbereitung anwenden.

<p><b>Personale Kompetenzen</b></p> <p><i>Sozialkompetenz</i></p> <p><i>Selbstständigkeit</i></p>	<p>Die Studierenden können in einer fachlich heterogenen Gruppe gemeinsam komplexe Lösungen für das Management sowie die Aufbereitung von Trinkwasser erarbeiten und dokumentieren. Sie können professionell z.B. als Vertreter/in von Nutzungsinteressen angemessen Stellung beziehen. Sie können in fachlich gemischten Teams gemeinsame Lösungen entwickeln und diese vor anderen vertreten.</p> <p>Die Studierenden sind in der Lage selbstständig ein Thema zu erarbeiten und dieses zu präsentieren.</p>
<p><b>Arbeitsaufwand in Stunden</b></p>	<p>Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84</p>
<p><b>Leistungspunkte</b></p>	<p>6</p>
<p><b>Prüfung</b></p>	<p>Klausur</p>
<p><b>Prüfungsdauer und -umfang</b></p>	<p>60 min (Chemie) + Referat (WRM)</p>
<p><b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b></p>	<p>Bauingenieurwesen: Vertiefung Tragwerke: Wahlpflicht                  Bauingenieurwesen: Vertiefung Tiefbau: Wahlpflicht                  Bauingenieurwesen: Vertiefung Hafenbau und Küstenschutz: Wahlpflicht                  Energie- und Umwelttechnik: Vertiefung Energie- und Umwelttechnik: Wahlpflicht                  Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Energie- und Umwelttechnik: Wahlpflicht                  Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Wasser: Pflicht                  Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Umwelt: Wahlpflicht                  Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Stadt: Wahlpflicht</p>

Lehrveranstaltung L0311: Chemie der Trinkwasseraufbereitung	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	1
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 2, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Dr. Klaus Johannsen
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	<p>In der Vorlesung wird das für die Praxis relevante wasserchemische Wissen mit Bezug auf die Wassergewinnung, -aufbereitung und -verteilung vermittelt.</p> <p>Die Themenschwerpunkte sind Löslichkeit von Gasen, Kohlensäure-Gleichgewicht, Kalk-Kohlensäure-Gleichgewicht, Entsäuerung, Mischung von Wässern, Enthärtung, Redoxprozesse, Werkstoffe sowie gesetzliche Anforderungen an die Aufbereitung. Alle Themen werden vor dem Hintergrund der allgemein anerkannten Regeln der Technik (DVGW-Regelwerk, DIN-Normen) praxisnah behandelt.</p> <p>Ein wesentlicher Teil der Veranstaltung sind Berechnungen anhand realer Analysendaten (z.B. Berechnung des pH-Wertes und der Calcitlösekapazität). Zu jeder Einheit gibt es Übungen und Hausaufgaben. Durch das Lösen der Hausaufgaben erhalten die Studierenden ein Feedback und können Bonuspunkte für die Klausur erwerben.</p> <p>Da Kenntnisse der Wasseraufbereitungsprozesse von großer Bedeutung sind, werden diese in Abstimmung mit der Vorlesung „Wasserressourcenmanagement“ zu Beginn des Semesters erklärt.</p>
<b>Literatur</b>	<p><b>MHW (rev. by Crittenden, J. et al.):</b> Water treatment principles and design. John Wiley &amp; Sons, Hoboken, 2005.</p> <p><b>Stumm, W., Morgan, J.J.:</b> Aquatic chemistry. John Wiley &amp; Sons, New York, 1996.</p> <p><b>DVGW (Hrsg.):</b> Wasseraufbereitung - Grundlagen und Verfahren. Oldenbourg Industrie Verlag, München, 2004.</p> <p><b>Jensen, J. N.:</b> A Problem Solving Approach to Aquatic Chemistry. John Wiley &amp; Sons, Inc., New York, 2003.</p>

Lehrveranstaltung L0312: Chemie der Trinkwasseraufbereitung	
<b>Typ</b>	Hörsaalübung
<b>SWS</b>	1
<b>LP</b>	2
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14
<b>Studienleistung</b>	Freiwillige Abgabe von Hausaufgaben. Über die Abgabe von Hausaufgaben können Bonuspunkte für die Klausur gesammelt werden. Detailliertere Informationen erhalten die Studierenden bei Veranstaltungsbeginn.
<b>Dozenten</b>	Dr. Klaus Johannsen
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung
<b>Literatur</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung

Lehrveranstaltung L0402: Wasserressourcenmanagement	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	2
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Prof. Mathias Ernst
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	<p>Die Vorlesung vermittelt weitergehende Kenntnisse zur den Abhängigkeiten des Wasserressourcenmanagements mit Blick auf die Trinkwasserversorgung. Die aktuelle Situation der globalen Wasserressourcen wird dargestellt, Abhängigkeiten zwischen Nutzungsinteressen erarbeitet und internationale Beispiele für „Best-Pratice“ sowie unzureichenden Wasserressourcenmanagements präsentiert und diskutiert. Entsprechend werden den Studierenden notwendige Voraussetzungen und Rahmenbedingungen für ein „integriertes Wasserressourcenmanagement“ vermittelt. Mit Bezug zum EU Raum und insbesondere Deutschland werden weiterhin Aspekte relevanter Rechtsnormen, administrative Strukturen der Wasserversorgung sowie Fragen der Organisation von Trinkwasser versorgungsunternehmen (kommunal, privat, public privat partnership) vermittelt. Managementinstrumente wie das Life-Cycle Assessment, Modelle des Benchmarkings sowie der Wasserdargebotserfassung werden für die Trinkwasserversorgung präsentiert und diskutiert. Die Inhalte der Vorlesung schließen wo möglich und sinnvoll, regionale Bezüge mit ein.</p>
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aktuelle UN World Water Development Reports</li> <li>• Branchenbild der deutschen Wasserwirtschaft, VKU (2011)</li> <li>• Aktuelle Artikel wissenschaftlicher Zeitschriften</li> <li>• Ppt der Vorlesung</li> </ul>

Lehrveranstaltung L0403: Wasserressourcenmanagement	
<b>Typ</b>	Gruppenübung
<b>SWS</b>	1
<b>LP</b>	1
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
<b>Dozenten</b>	Prof. Mathias Ernst
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung
<b>Literatur</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung

# Modul M1037: Kernkraftwerke und Dampfturbinen

## Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Dampfturbinen in regenerativen und konventionellen Anwendungen (L1286)	Vorlesung	2	2
Dampfturbinen in regenerativen und konventionellen Anwendungen (L1287)	Gruppenübung	1	1
Physikalische Grundlagen und Konzepte von Kernkraftwerken (L1283)	Vorlesung	2	2
Physikalische Grundlagen und Konzepte von Kernkraftwerken (L1285)	Gruppenübung	1	1

**Modulverantwortlicher** Prof. Alfons Kather

**Zulassungsvoraussetzungen** Keine

**Empfohlene Vorkenntnisse**

Für den Teil "Dampfturbinen" sind:

- "Wärme kraftwerke"
- "Technische Thermodynamik I & II"

erforderlich.

Für den Teil "Physikalische Grundlagen und Konzepte von Kernkraftwerken" sind:

- Kenntnisse der Grundlagen der Thermodynamik
- Strömungslehre
- Wärme kraftwerke

erforderlich

**Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse** Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht

**Fachkompetenz**

Nach dem erfolgreichen Absolvieren des Teils "Dampfturbinen" des Moduls sollten die Studierenden in der Lage sein:

- die wesentlichen Bauteile und Baugruppen von Dampfturbinen zu benennen und zu unterscheiden
- die wesentlichen Randbedingungen für den Einsatz von Dampfturbinen zu beschreiben und zu erläutern
- verschiedene Bauarten zu klassifizieren und zwischen Turbinen entsprechend der Baugrößen und deren Einsatzbereichen zu differenzieren
- die thermodynamischen Vorgänge zu beschreiben und daraus konstruktive Merkmale sowie Charakteristika beim Einsatz abzuleiten
- eine Turbinenstufe sowie eine Stufengruppe thermodynamisch zu berechnen
- weitere Teilsysteme der Turbine zu berechnen bzw. abzuschätzen und zu beurteilen
- Diagramme zum Beschreiben der Einsatzbereiche und konstruktive Merkmale zu skizzieren
- den konstruktiven Aufbau zu untersuchen sowie aus thermodynamischen Anforderungen auf konstruktive Merkmale rückzuschließen
- Einsatzbereiche unterschiedlicher Maschinentypen zu diskutieren und begründen
- grundlegend thermodynamische Auslegungen hinsichtlich der Einbindung in Wärmekreisläufe zu beurteilen.

*Wissen* Nach erfolgreicher Teilnahme an dem Teil des Moduls "Physikalische Grundlagen und Konzepte von Kernkraftwerken" haben die Studierenden folgendes Wissen erworben:

- Kenntnis der grundlegenden physikalischen Prozesse der energetischen Nutzung der Kernenergie bis hin zur Nutzung der Kernspaltung in einem regelbaren Reaktor

- Kenntnis der physikalischen und technischen Merkmale verschiedener Reaktortypen
- Kenntnis des Aufbaus einer kerntechnischen Anlage zur Bereitstellung elektrischer Energie
- Verstehen und Erläutern der Wärmeerzeugung in den Brennstäben und der Wärmeabfuhr an das Kühlmittel des Reaktors (Reaktorthermodynamik)
- Verstehen und Erläutern der Konzepte der Regelung wassergekühlter Reaktoren
- Kenntnis der Struktur und der grundlegenden Anforderungen des übergeordneten kerntechnischen Regelwerkes an die Technik und das Management von Kernkraftwerken
- Konzeption von Sicherheitssystemen zur Gewährleistung der geforderten Zuverlässigkeit und grundsätzliche Konstruktionsmerkmale bestehender und neuer Kernkraftwerke
- Sicherheitstechnische Anforderung an die Komponentenintegrität und deren Gewährleistung im langfristigen Betrieb.

In dem Teil des Moduls "Dampfturbinen" erlernen die Studierenden die grundsätzliche Handhabung und Methoden bei der Auslegung und betriebliche Bewertung von komplexen Anlagen und sind mit der Suche von Optimierungen vertraut.

In dem Teil des Moduls "Physikalische Grundlagen und Konzepte von Kernkraftwerken" der Studierende:

*Fertigkeiten*

- Erwirbt die Fähigkeit zur Beurteilung der Potenziale der Kernenergienutzung aus energiewirtschaftlicher und technischer Sicht im Vergleich zur fossilen Erzeugung
- Kann die Leistungsfähigkeit und technischen Grenzen des Einsatzes von Kernkraftwerken zur Versorgung des Netzes mit Grundlast und Regelenergie bewerten
- Kann Aussagen über die Gefährdung durch radioaktive Strahlung sowie zum Verhalten radioaktiver Elemente mittels der Nuklidtabellen generieren
- Kann die Wirksamkeit von Sicherheits-Systemen in Abhängigkeit der zu betrachtenden Ausfallursachen bewerten
- Kann auf der Grundlage seiner Kenntnisse über die Auswirkungen des Kraftwerksbetriebes auf die Komponentenintegrität Anforderungen zur Vorsorge an die Vermeidung von Schäden benennen
- Kann anhand der übergeordneten Anforderungen des kerntechnischen Regelwerkes wesentliche Anforderungen an das Management und die Auslegung von Kernkraftwerken benennen.

**Personale Kompetenzen**

Durch das Teil des Moduls "Dampfturbinen" erlernen die Studierenden:

- das gemeinsame Erarbeiten von Lösungswegen
- Hilfsbereitschaft gegenüber anderen Studierenden.

*Sozialkompetenz*

Durch das Teil des Moduls "Physikalische Grundlagen und Konzepte von Kernkraftwerken" erlernen die Studierenden das:

- Führen von Diskussionen
- Vertreten von Arbeitsergebnissen
- Respektvolles Zusammenarbeiten im Team.

Durch das Teil des Moduls "Dampfturbinen" erlernen die Studierenden das selbstständige Erarbeiten eines Themenkomplexes unter Berücksichtigung unterschiedlicher Aspekte sowie das eigenständige Übertragen von Einzelfunktionen

<b>Selbstständigkeit</b>	in einen Systemzusammenhang. Durch das Teil des Moduls "Physikalische Grundlagen und Konzepte von Kernkraftwerken" bekommen die Studierenden die Fähigkeit Wissen selbständig zu erschließen und das erworbene Wissen auch auf neue Fragestellungen transferieren zu können.
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84
<b>Leistungspunkte</b>	6
<b>Prüfung</b>	Klausur
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	180 Minuten
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Energie- und Umwelttechnik: Vertiefung Energie- und Umwelttechnik: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Energie- und Umwelttechnik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Energietechnik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht

Lehrveranstaltung L1286: Dampfturbinen in regenerativen und konventionellen Anwendungen	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	2
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Dr. Christian Scharfetter
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung</li> <li>• Bauelemente einer Dampfturbine</li> <li>• Energieumsetzung in einer Dampfturbine</li> <li>• Dampfturbinen-Bauarten</li> <li>• Verhalten von Dampfturbinen</li> <li>• Stopfbuchssysteme bei Dampfturbinen</li> <li>• Axial Schub</li> <li>• Regelung von Dampfturbinen</li> <li>• Festigkeitsberechnung der Beschaufelung</li> <li>• Schaufel- und Rotorschwingungen</li> <li>• Grundlagen für den sicheren Dampfturbinenbetrieb</li> <li>• Anwendungen in konventionellen und regenerativen Kraftwerken</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Traupel, W.: Thermische Turbomaschinen. Berlin u. a., Springer (TUB HH: Signatur MSI-105)</li> <li>• Menny, K.: Strömungsmaschinen: hydraulische und thermische Kraft- und Arbeitsmaschinen. Ausgabe: 5. Wiesbaden, Teubner, 2006 (TUB HH: Signatur MSI-121)</li> <li>• Bohl, W.: Aufbau und Wirkungsweise. Ausgabe 6. Würzburg, Vogel, 1994 (TUB HH: Signatur MSI-109)</li> <li>• Bohl, W.: Berechnung und Konstruktion. Ausgabe 6. Aufl. Würzburg, Vogel, 1999 (TUB HH: Signatur MSI-110)</li> </ul>

Lehrveranstaltung L1287: Dampfturbinen in regenerativen und konventionellen Anwendungen	
<b>Typ</b>	Gruppenübung
<b>SWS</b>	1
<b>LP</b>	1
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
<b>Dozenten</b>	Dr. Christian Scharfetter
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung
<b>Literatur</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung

Lehrveranstaltung L1283: Physikalische Grundlagen und Konzepte von Kernkraftwerken	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	2
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Dr. Uwe Kleen
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Physikalische Grundlagen - Kernphysik:               <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Radioaktiver Zerfall, Halbwertszeit</li> <li>2. Energiebereitstellung aus Kernreaktionen</li> <li>3. Kernspaltung</li> <li>4. Neutronenbilanz</li> <li>5. Reaktorgleichung</li> </ol> </li> <li>• Reaktortypen</li> <li>• Radioaktivität und Strahlenschutz</li> <li>• Kernbrennstoffkreislauf und Endlagerung</li> <li>• Reaktordynamik, Regelverhalten von Reaktoren</li> <li>• Reaktorthermodynamik wassergekühlter Reaktoren</li> <li>• Kerntechnisches Regelwerk, Sicherheitstechnische-Anforderungen</li> <li>• Sicherheitstechnische Auslegung, Sicherheitssysteme wassergekühlter Reaktoren</li> <li>• Komponentenintegrität</li> <li>• Betrieb und Wartung</li> <li>• Neue und zukünftige Reaktoren</li> </ul> <p>Die Vertiefung des Vorlesungsstoffes erfolgt anhand von Beispielaufgaben sowie einer Exkursion.</p>
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fassbender, Einführung in die Reaktorphysik, Verlag Karl Thieme, München</li> <li>• Ziegler, Lehrbuch der Reaktortechnik, Springer Verlag Berlin</li> <li>• Lamarsh, Introduction to Nuclear Engineering, Prentice Hall</li> </ul>

<b>Lehrveranstaltung L1285: Physikalische Grundlagen und Konzepte von Kernkraftwerken</b>	
<b>Typ</b>	Gruppenübung
<b>SWS</b>	1
<b>LP</b>	1
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
<b>Dozenten</b>	Dr. Uwe Kleen
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung
<b>Literatur</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M0949: Rural Development and Resources Oriented Sanitation for different Climate Zones				
<b>Lehrveranstaltungen</b>				
<b>Titel</b>		<b>Typ</b>	<b>SWS</b>	<b>LP</b>
Ländliche Entwicklung und Ressourcen Orientierte Sanitärsysteme für verschiedene Klimate (L0942)		Seminar	2	3
Ländliche Entwicklung und Ressourcen Orientierte Sanitärsysteme für verschiedene Klimate (L0941)		Vorlesung	2	3
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Ralf Otterpohl			
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	None			
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Basic knowledge of the global situation with rising poverty, soil degradation, lack of water resources and sanitation			
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht			
<b>Fachkompetenz</b>	Students can describe resources oriented wastewater systems mainly based on source control in detail. They can comment on techniques designed for reuse of water, nutrients and soil conditioners.			
<i>Wissen</i>	Students are able to discuss a wide range of proven approaches in Rural Development from and for many regions of the world.			
<i>Fertigkeiten</i>	Students are able to design low-tech/low-cost sanitation, rural water supply, rainwater harvesting systems, measures for the rehabilitation of top soil quality combined with food and water security. Students can consult on the basics of soil building through "Holistic Planned Grazing" as developed by Allan Savory.			
<b>Personale Kompetenzen</b>				
<i>Sozialkompetenz</i>				
<i>Selbstständigkeit</i>	Students are in a position to work on a subject and to organize their work flow independently. They can also present on this subject.			
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56			
<b>Leistungspunkte</b>	6			
<b>Prüfung</b>	Fachtheoretisch-fachpraktische Arbeit			
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	Semesterbegleitend werden Meilensteine erarbeitet, vorgetragen und schriftlich festgehalten. Genaueres zum jeweiligen Semesterbeginn.			
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Bioverfahrenstechnik: Vertiefung A - Allgemeine Bioverfahrenstechnik: Wahlpflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Allgemeine Verfahrenstechnik: Wahlpflicht Energie- und Umwelttechnik: Vertiefung Energie- und Umwelttechnik: Wahlpflicht Environmental Engineering: Vertiefung Wasser: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Energie- und Umwelttechnik: Wahlpflicht Joint European Master in Environmental Studies - Cities and Sustainability: Vertiefung Wasser: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Umweltverfahrenstechnik: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Allgemeine Verfahrenstechnik: Wahlpflicht Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Wasser: Wahlpflicht Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Umwelt: Wahlpflicht Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Stadt: Wahlpflicht			

<b>Lehrveranstaltung L0942: Rural Development and Resources Oriented Sanitation for different Climate Zones</b>	
<b>Typ</b>	Seminar
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	3
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Prof. Ralf Otterpohl
<b>Sprachen</b>	EN
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Central part of this module is a group work on a subtopic of the lectures. The focus of these projects will be based on an interview with a target audience, practitioners or scientists.</li> <li>• The group work is divided into several Milestones and Assignments. The outcome will be presented in a final presentation at the end of the semester.</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• J. Lange, R. Otterpohl 2000: Abwasser - Handbuch zu einer zukunftsfähigen Abwasserwirtschaft. Mallbeton Verlag (TUHH Bibliothek)</li> <li>• Winblad, Uno and Simpson-Hébert, Mayling 2004: Ecological Sanitation, EcoSanRes, Sweden (free download)</li> <li>• Schober, Sabine: WTO/TUHH Award winning Terra Preta Toilet Design: <a href="http://youtu.be/w_R09cYq6ys">http://youtu.be/w_R09cYq6ys</a></li> </ul>

<b>Lehrveranstaltung L0941: Rural Development and Resources Oriented Sanitation for different Climate Zones</b>	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	3
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Prof. Ralf Otterpohl
<b>Sprachen</b>	EN
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Living Soil - THE key element of Rural Development</li> <li>• Participatory Approaches</li> <li>• Rainwater Harvesting</li> <li>• Ecological Sanitation Principles and practical examples</li> <li>• Permaculture Principles of Rural Development</li> <li>• Performance and Resilience of Organic Small Farms</li> <li>• Going Further: The TUHH Toolbox for Rural Development</li> <li>• EMAS Technologies, Low cost drinking water supply</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Miracle Water Village, India, Integrated Rainwater Harvesting, Water Efficiency, Reforestation and Sanitation: <a href="http://youtu.be/9hmkgn0nBgk">http://youtu.be/9hmkgn0nBgk</a></li> <li>• Montgomery, David R. 2007: Dirt: The Erosion of Civilizations, University of California Press</li> </ul>

## Modul M0512: Solarenergienutzung

<b>Lehrveranstaltungen</b>			
<b>Titel</b>	<b>Typ</b>	<b>SWS</b>	<b>LP</b>
Energiemeteorologie (L0016)	Vorlesung	1	1
Energiemeteorologie (L0017)	Gruppenübung	1	1
Kollektortechnik (L0018)	Vorlesung	2	2
Solare Stromerzeugung (L0015)	Vorlesung	2	2
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Martin Kaltschmitt		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	keine		
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
<b>Fachkompetenz</b>	<p>Mit Abschluss dieses Moduls können die Studierenden sich fachliche mit Grundlagen und mit aktuellen Fragen und Problemen aus dem Gebiet der Solarenergienutzung auseinandersetzen und diese unter Einbeziehung vorheriger Lehrinhalte und aktueller Problematiken erläutern und kritisch Stellung dazu beziehen. Sie können insbesondere die Prozesse innerhalb einer Solarzelle fachlich beschreiben und die Besonderheiten bei der Anwendung von Solarmodulen erläutern. Des Weiteren können sie einen Überblick über die Kollektortechnik in solarthermischen Anlagen geben.</p>		
<i>Wissen</i>			
<i>Fertigkeiten</i>	<p>Die Studierenden können mit Abschluss dieses Moduls die erlernten Grundlagen auf beispielhafte solarstrahlungsnutzende Energiesysteme anwenden und in diesem Zusammenhang unter anderem Potenziale und Grenzen solarer Energieerzeugungsanlagen für verschiedene geografische Bedingungen einschätzen und beurteilen. Sie sind in der Lage unter gegebenen Randbedingungen solare Energieerzeugungsanlagen technische effizient zu dimensionieren und mit der Nutzung modulübergreifendes Wissens ökonomisch und ökologisch zu beurteilen. Dafür notwendige Berechnungsmethoden innerhalb der Strahlungslehre können sie auswählen und aufgabenspezifisch anwenden.</p>		
<b>Personale Kompetenzen</b>			
<i>Sozialkompetenz</i>			
<i>Selbstständigkeit</i>	<p>Die Studierenden können sich selbstständig Quellen auf Basis der Vorlesungsschwerpunkte über das Fachgebiet erschließen und Wissen aneignen. Des Weiteren können die Studierenden angeleitet durch Lehrende eigenständig Berechnungsmethoden zur Potenzialanalyse und technischen Auslegung von solaren Energiesystemen durchführen und auf dieser Basis Ihren jeweiligen Lernstand einschätzen und eventuell weitere Arbeitsschritte definieren.</p>		
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84		
<b>Leistungspunkte</b>	6		
<b>Prüfung</b>	Klausur		
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	3 Stunden		
	Energie- und Umwelttechnik: Vertiefung Energie- und Umwelttechnik: Wahlpflicht Energietechnik: Vertiefung Energiesysteme: Wahlpflicht Energietechnik: Vertiefung Energiesysteme: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Regenerative Energien:		

<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Energie- und Umwelttechnik: Wahlpflicht Regenerative Energien: Kernqualifikation: Pflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Energietechnik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Umweltverfahrenstechnik: Wahlpflicht
---	--

<b>Lehrveranstaltung L0016: Energiemeteorologie</b>	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	1
<b>LP</b>	1
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
<b>Dozenten</b>	Dr. Volker Matthias, Dr. Beate Geyer
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung: Strahlungsquelle Sonne, Astronomische Grundlagen, Grundlagen der Strahlung</li> <li>• Aufbau der Atmosphäre</li> <li>• Eigenschaften und Gesetze von Strahlung                             <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Polarisation</li> <li>◦ Strahlungsgrößen</li> <li>◦ Plancksches Strahlungsgesetz</li> <li>◦ Wiensches Verschiebungsgesetz</li> <li>◦ Stefan-Boltzmann Gesetz</li> <li>◦ Das Kirchhoffsche Gesetz</li> <li>◦ Helligkeitstemperatur</li> <li>◦ Absorption, Reflexion, Transmission</li> </ul> </li> <li>• Strahlungsbilanz, Globalstrahlung, Energiebilanz</li> <li>• Atmosphärische Extinktion</li> <li>• Mie- und Rayleigh-Streuung</li> <li>• Strahlungstransfer</li> <li>• Optische Effekte in der Atmosphäre</li> <li>• Berechnung Sonnenstand und Berechnung Strahlung auf geneigte Flächen</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Helmut Kraus: Die Atmosphäre der Erde</li> <li>• Hans Häckel: Meteorologie</li> <li>• Grant W. Petty: A First Course in Atmospheric Radiation</li> <li>• Martin Kaltschmitt, Wolfgang Streicher, Andreas Wiese: Renewable Energy</li> <li>• Alexander Löw, Volker Matthias: Skript Optik Strahlung Fernerkundung</li> </ul>

Lehrveranstaltung L0017: Energiemeteorologie	
<b>Typ</b>	Gruppenübung
<b>SWS</b>	1
<b>LP</b>	1
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
<b>Dozenten</b>	Dr. Beate Geyer
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung
<b>Literatur</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung

Lehrveranstaltung L0018: Kollektortechnik	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	2
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Prof. Agis Papadopoulos
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung: Energiebedarf und Anwendung der Sonnenenergie.</li> <li>• Wärmeübertragung in der Solarthermie: Wärmeleitung, Konvektion, Wärmestrahlung.</li> <li>• Kollektoren: Arten, Aufbau, Wirkungsgrad, Dimensionierung, konzentrierende Systeme.</li> <li>• Energiespeicher: Anforderungen, Arten.</li> <li>• Passive Sonnenenergienutzung: Komponenten und Systeme.</li> <li>• Solarthermische Niedertemperatursysteme: Kollektorvarianten, Aufbau, Berechnung.</li> <li>• Solarthermische Hochtemperatursysteme: Klassifizierung von Solarkraftwerke, Aufbau.</li> <li>• Solare Klimatisierung.</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesungsskript.</li> <li>• Kaltschmitt, Streicher und Wiese (Hrsg.). Erneuerbare Energien: Systemtechnik, Wirtschaftlichkeit, Umweltaspekte, 5. Auflage, Springer, 2013.</li> <li>• Stieglitz und Heinzel .Thermische Solarenergie: Grundlagen, Technologie, Anwendungen. Springer, 2012.</li> <li>• Von Böckh und Wetzel. Wärmeübertragung: Grundlagen und Praxis, Springer, 2011.</li> <li>• Baehr und Stephan. Wärme- und Stoffübertragung. Springer, 2009.</li> <li>• de Vos. Thermodynamics of solar energy conversion. Wiley-VCH, 2008.</li> <li>• Mohr, Svoboda und Unger. Praxis solarthermischer Kraftwerke. Springer, 1999.</li> </ul>

Lehrveranstaltung L0015: Solare Stromerzeugung	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	2
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Dietmar Obst, Martin Schlecht
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Einführung</li> <li>2. Primärenergien und Verbrauch, verfügbare Sonnenenergie</li> <li>3. Physik der idealen Solarzelle</li> <li>4. Lichtabsorption, PN-Übergang, charakteristische Größen der Solarzelle, Wirkungsgrad</li> <li>5. Physik der realen Solarzelle</li> <li>6. Ladungsträgerrekombination, Kennlinien, Sperrschichtrekombination, Ersatzschaltbild</li> <li>7. Erhöhung der Effizienz</li> <li>8. Methoden zur Erhöhung der Quantenausbeute und Verringerung der Rekombination</li> <li>9. Hetero- und Tandemstrukturen</li> <li>10. Hetero-Übergang, Schottky-, elektrochemische, MIS- und SIS-Zelle, Tandem-Zelle</li> <li>11. Konzentratorzellen</li> <li>12. Konzentrator-Optiken und Nachführsysteme, Konzentratorzellen</li> <li>13. Technologie und Eigenschaften: Solarzellentypen, Herstellung, einkristallines Silizium und Galliumarsenid, polykristalline Silizium- und Silizium-Dünnschichtzellen, Dünnschichtzellen auf Trägern (amorphes Silizium, CIS, elektrochemische Zellen)</li> <li>14. Module</li> <li>15. Schaltungen</li> </ol>
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A. Götzberger, B. Voß, J. Knobloch: Sonnenenergie: Photovoltaik, Teubner Studienskripten, Stuttgart, 1995</li> <li>• A. Götzberger: Sonnenenergie: Photovoltaik : Physik und Technologie der Solarzelle, Teubner Stuttgart, 1994</li> <li>• H.-J. Lewerenz, H. Jungblut: Photovoltaik, Springer, Berlin, Heidelberg, New York, 1995</li> <li>• A. Götzberger: Photovoltaic solar energy generation, Springer, Berlin, 2005</li> <li>• C. Hu, R. M. White: Solar Cells, Mc Graw Hill, New York, 1983</li> <li>• H.-G. Wagemann: Grundlagen der photovoltaischen Energiewandlung: Solarstrahlung, Halbleitereigenschaften und Solarzellenkonzepte, Teubner, Stuttgart, 1994</li> <li>• R. J. van Overstraeten, R.P. Mertens: Physics, technology and use of photovoltaics, Adam Hilger Ltd, Bristol and Boston, 1986</li> <li>• B. O. Seraphin: Solar energy conversion Topics of applied physics V 01 31, Springer, Berlin, Heidelberg, New York, 1995</li> <li>• P. Würfel: Physics of Solar cells, Principles and new concepts, Wiley-VCH, Weinheim 2005</li> <li>• U. Rindelhardt: Photovoltaische Stromversorgung, Teubner-Reihe Umwelt, Stuttgart 2001</li> <li>• V. Quaschnig: Regenerative Energiesysteme, Hanser, München, 2003</li> <li>• G. Schmitz: Regenerative Energien, Ringvorlesung TU Hamburg-Harburg 1994/95, Institut für Energietechnik</li> </ul>

## Modul M0513: Systemaspekte regenerativer Energien

<b>Lehrveranstaltungen</b>			
<b>Titel</b>	<b>Typ</b>	<b>SWS</b>	<b>LP</b>
Brennstoffzellen, Batterien und Gasspeicher: Neue Materialien für die Energieerzeugung und -speicherung (L0021)	Vorlesung	2	2
Energiehandel und Energiemärkte (L0019)	Vorlesung	1	1
Energiehandel und Energiemärkte (L0020)	Gruppenübung	1	1
Tiefe Geothermie (L0025)	Vorlesung	2	2
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Martin Kaltschmitt		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Modul: Technische Thermodynamik I Modul: Technische Thermodynamik II		
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
<b>Fachkompetenz</b>	<p style="margin: 0;"><i>Wissen</i></p> <p style="margin: 0;">Die Studierenden können mit Abschluss dieses Moduls die Prozesse im Energiehandel und die Gestaltung der Energiemärkte beschreiben und kritisch in Bezug zu aktuellen Problemstellungen bewerten. Des Weiteren sind sie in der Lage die thermodynamischen Grundlagen der elektrochemischen Energiewandlung in Brennstoffzellen zu erklären und den Bezug zu verschiedenen Bauarten von Brennstoffzellen und deren jeweiligem Aufbau herzustellen und zu erläutern. Die Studenten können diese Technologie mit weiteren Energiespeichermöglichkeiten vergleichen. Zusätzlich können die Studenten einen Überblick über die Verfahrensweise und der energetischen Einbindung von tiefer Geothermie geben.</p> <p style="margin: 0;"><i>Fertigkeiten</i></p> <p style="margin: 0;">Die Studierenden können das erlernte Wissen zur Speicherung überschüssiger Energie anwenden, um für unterschiedlicher Energiesysteme Lösungsansätze für eine versorgungssichere Energiebereitstellung erläutern. Insbesondere können sie diesbezüglich häusliche, gewerbliche und industrielle Beheizungsanlagen unter Anwendung von Speichern energiesparend planen und berechnen, und im Bezug zu komplexen Energiesystemen beurteilen. In diesem Zusammenhang können die Studierenden die Potenziale und Grenzen von Geothermieanlagen einschätzen und deren Funktionsweise erläutern.</p> <p style="margin: 0;"><i>Personale Kompetenzen</i></p> <p style="margin: 0;">Des Weiteren sind die Studierenden in der Lage die Vorgehensweisen und Strategien zur Vermarktung von Energie zu erläutern und im Kontext anderer Module auf erneuerbare Energieprojekte anwenden. In diesem Zusammenhang können die Studierenden eigenständig Analysen zur Bewertung von Energiehandel und Energiemärkten erstellen.</p>		
<i>Sozialkompetenz</i>	Die Studierenden können Problemstellungen in den angrenzenden Themengebieten im Bereich erneuerbarer Energien, die innerhalb des Moduls vertieft wurden, diskutieren.		
<i>Selbstständigkeit</i>	Die Studierenden können sich selbstständig Quellen über die Schwerpunkte der Vorlesungen erschließen und sich das darin enthaltene Wissen aneignen.		
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84		
<b>Leistungspunkte</b>	6		
<b>Prüfung</b>	Klausur		

<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	3 Stunden
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Bioverfahrenstechnik: Vertiefung A - Allgemeine Bioverfahrenstechnik: Wahlpflicht Energie- und Umwelttechnik: Vertiefung Energie- und Umwelttechnik: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Regenerative Energien: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Energie- und Umwelttechnik: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Verfahrenstechnik und Biotechnologie: Wahlpflicht Regenerative Energien: Kernqualifikation: Pflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Umweltverfahrenstechnik: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Allgemeine Verfahrenstechnik: Wahlpflicht Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Wasser: Wahlpflicht Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Umwelt: Wahlpflicht

Lehrveranstaltung L0021: Brennstoffzellen, Batterien und Gasspeicher: Neue Materialien für die Energieerzeugung und -speicherung	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	2
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Prof. Michael Fröba
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Einführung in die elektrochemische Energiewandlung</li> <li>2. Funktion und Aufbau von Elektrolyten</li> <li>3. Die Niedertemperatur-Brennstoffzellen                             <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Bauformen</li> <li>◦ Thermodynamik der PEM-Brennstoffzelle</li> <li>◦ Kühl- und Befeuchtungsstrategie</li> </ul> </li> <li>4. Die Hochtemperatur-Brennstoffzelle                             <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Die MCFC</li> <li>◦ Die SOFC</li> <li>◦ Integrationsstrategien und Teilreformierung</li> </ul> </li> <li>5. Brennstoffe                             <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Bereitstellung von Brennstoffen</li> <li>◦ Reformierung von Erdgas und Biogas</li> <li>◦ Reformierung von flüssigen Kohlenwasserstoffen</li> </ul> </li> <li>6. Energetische Integration und Regelung von Brennstoffzellen-Systemen</li> </ol>
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hamann, C.; Vielstich, W.: Elektrochemie 3. Aufl.; Weinheim: Wiley - VCH, 2003</li> </ul>

Lehrveranstaltung L0019: Energiehandel und Energiemärkte	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	1
<b>LP</b>	1
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
<b>Dozenten</b>	Michael Sagorje
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundbegriffe und handelbare Produkte in Energiemärkten</li> <li>• Primärenergiemärkte</li> <li>• Strommärkte</li> <li>• Europäisches Emissionshandelssystem</li> <li>• Einfluss von Erneuerbaren Energien</li> <li>• Realoptionen</li> <li>• Risikomanagement</li> </ul> <p>Innerhalb der Übung werden die verschiedenen Aufgabenstellungen aktiv diskutiert und auf verschiedene Anwendungsfälle angewandt.</p>
<b>Literatur</b>	

Lehrveranstaltung L0020: Energiehandel und Energiemärkte	
<b>Typ</b>	Gruppenübung
<b>SWS</b>	1
<b>LP</b>	1
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
<b>Dozenten</b>	Michael Sagorje
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung
<b>Literatur</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung

Lehrveranstaltung L0025: Tiefe Geothermie	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	2
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Dr. Ben Norden
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Einführung in die tiefe geothermische Nutzung</li> <li>2. Geologische Grundlagen I</li> <li>3. Geologische Grundlagen II</li> <li>4. Geologisch-thermische Aspekte</li> <li>5. Gesteinsphysikalische Aspekte</li> <li>6. Geochemische Aspekte</li> <li>7. Exploration tiefer geothermischer Reservoirs</li> <li>8. Bohrungstechnologien, Verrohrung und Ausbau</li> <li>9. Bohrlochgeophysik</li> <li>10. Untertägige Systemcharakterisierung und Reservoirengineering</li> <li>11. Mikrobiologie und Obertägige Systemkomponenten</li> <li>12. Angepasste Anlagenkonzepte, Kosten und Umweltaspekt</li> </ol>
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dipippo, R.: Geothermal Power Plants: Principles, Applications, Case Studies and Environmental Impact. Butterworth Heinemann; 3rd revised edition. (29. Mai 2012)</li> <li>• <a href="http://www.geo-energy.org">www.geo-energy.org</a></li> <li>• Edenhofer et al. (eds): Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation; Special Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, 2012.</li> <li>• Kaltschmitt et al. (eds): Erneuerbare Energien: Systemtechnik, Wirtschaftlichkeit, Umweltaspekte. Springer, 5. Aufl. 2013.</li> <li>• Kaltschmitt et al. (eds): Energie aus Erdwärme. Spektrum Akademischer Verlag; Auflage: 1999 (3. September 2001)</li> <li>• Huenges, E. (ed.): Geothermal Energy Systems: Exploration, Development, and Utilization. Wiley-VCH Verlag GmbH &amp; Co. KGaA; Auflage: 1. Auflage (19. April 2010)</li> </ul>

# Modul M0721: Klimaanlage

## Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Klimaanlagen (L0594)	Vorlesung	3	5
Klimaanlagen (L0595)	Hörsaalübung	1	1

<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Gerhard Schmitz
------------------------------	-----------------------

<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine
----------------------------------	-------

<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Technische Thermodynamik I, II, Strömungsmechanik, Wärmeübertragung
---------------------------------	---

<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
---	---

<b>Fachkompetenz</b>	<p>Studierende kennen die verschiedenen Arten von Klimaanlage und die dazugehörigen Regelungskonzepte für stationäre und mobile Anwendungen. Sie beherrschen die Zustandsänderungen feuchter Luft im h1+x,x-Diagramm. Sie sind in der Lage die aus hygienischen Gründen notwendigen Luftvolumenströme für Aufenthaltsräume von Personen zu bestimmen und können dazu die geeigneten Filterverfahren auswählen. Ihnen sind grundlegende Raumströmungszustände bekannt und sie können einfache Verfahren zur Berechnung einer Strömung in Räumen anwenden. Sie wissen, wie ein Kanalnetz ausgelegt und berechnet wird. Sie sind mit verschiedenen Verfahren zur Erzeugung von Kälte vertraut und können die entsprechenden Prozesse in den geeigneten thermodynamischen Diagrammen darstellen. Sie kennen die verschiedenen Umweltbewertungskriterien für Kältemittel.</p>
<i>Wissen</i>	
<i>Fertigkeiten</i>	<p>Studierende beherrschen die Berechnung von Klimaanlage für stationäre und mobile Anwendungen. Sie können eine Kanalnetz berechnung durchführen und sind befähigt, einfache Planungsaufgaben selbstständig unter Berücksichtigung der Einbindung natürlicher Wärmequellen und –senken durchzuführen. Sie sind in der Lage aktuelle Forschungsergebnisse in die Praxis zu übertragen und wissenschaftliche Arbeiten auf dem Gebiet der Klimatechnik selbstständig durchzuführen.</p>
<b>Personale Kompetenzen</b>	
<i>Sozialkompetenz</i>	<p>Die Studierenden können in Kleingruppen diskutieren und einen Lösungsweg erarbeiten.</p>
<i>Selbstständigkeit</i>	<p>Studierende sind in der Lage, eigenständig Aufgaben zu definieren, hierfür notwendiges Wissen aufbauend auf dem vermittelten Wissen selbst zu erarbeiten sowie geeignete Mittel zur Umsetzung einzusetzen.</p>

<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56
----------------------------------	-------------------------------------

<b>Leistungspunkte</b>	6
------------------------	---

<b>Prüfung</b>	Klausur
----------------	---------

<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	60 min
----------------------------------	--------

	Energie- und Umwelttechnik: Vertiefung Energie- und Umwelttechnik: Wahlpflicht Energietechnik: Vertiefung Energiesysteme: Wahlpflicht Energietechnik: Vertiefung Schiffsmaschinenbau: Wahlpflicht Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Flugzeugsysteme: Wahlpflicht Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Kabinensysteme: Wahlpflicht
--	--

<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Energie- und Umwelttechnik: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Luftfahrtsysteme: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Energietechnik: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Allgemeine Verfahrenstechnik: Wahlpflicht
---	--

Lehrveranstaltung L0594: Klimaanlage	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	3
<b>LP</b>	5
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 108, Präsenzstudium 42
<b>Studienleistung</b>	keine
<b>Dozenten</b>	Prof. Gerhard Schmitz
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	1. Überblick über Klimaanlage 1.1 Einteilung von Klimaanlage 1.2 Lüftung 1.3 Aufbau und Funktion von Klimaanlage 2. Thermodynamische Prozesse in Klimaanlage 2.1 Das $h,x$ -Diagramm für feuchte Luft 2.2 Mischkammer, Vorwärmer, Nachwärmer 2.3 Luftkühler 2.4 Luftbefeuchter 2.5 Darstellung des konventionellen Klimaanlageprozesses im $h,x$ -Diagramm 2.6 Sorptionsgestützte Klimatisierung 3. Berechnung der Heiz- und Kühlleistung 3.1 Heizlast und Heizleistung 3.2 Kühllasten und Kühlleistung 3.3 Berechnung der inneren Kühllast 3.4 Berechnung der äußeren Kühllast 4. Lufttechnische Anlagen 4.1 Frischluftbedarf 4.2 Raumluftströmung 4.3 Kanalnetzrechnung 4.4 Ventilatoren 4.5 Filter 5. Kälteanlagen 5.1 Kaldampfkomppressionskälteanlagen 5.2 Absorptionskälteanlagen
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schmitz, G.: Klimaanlage, Skript zur Vorlesung</li> <li>• VDI Wärmeatlas, 11. Auflage, Springer Verlag, Düsseldorf 2013</li> <li>• Herwig, H.; Moschallski, A.: Wärmeübertragung, Vieweg+Teubner Verlag, Wiesbaden 2009</li> <li>• Recknagel, H.; Sprenger, E.; Schrammek, E.-R.: Taschenbuch für Heizung- und Klimatechnik 2013/2014, 76. Auflage, Deutscher Industrieverlag, 2013</li> </ul>

Lehrveranstaltung L0595: Klimaanlage	
<b>Typ</b>	Hörsaalübung
<b>SWS</b>	1
<b>LP</b>	1
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
<b>Studienleistung</b>	keine
<b>Dozenten</b>	Prof. Gerhard Schmitz
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung
<b>Literatur</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung

## Modul M0749: Abfallbehandlung und Feststoffverfahrenstechnik

### Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Feststoffverfahrenstechnik für Biomassen (L0052)	Vorlesung	2	2
Thermische Abfallbehandlung (L0320)	Vorlesung	2	2
Thermische Abfallbehandlung (L1177)	Hörsaalübung	1	2

<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Kerstin Kuchta
------------------------------	----------------------

<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine
----------------------------------	-------

<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Grundlagen der Thermodynamik, Grundlagen Strömungsmechanik Grundlagen der Chemie
---------------------------------	--

<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
---	---

<b>Fachkompetenz</b>	Die Studierenden können aktuelle Frage- und Problemstellungen aus dem Gebiet der thermischen Abfallbehandlungstechnik und der Feststoffverfahrenstechnik benennen, beschreiben und in den Gesamtkontext des Fachs einordnen.  Dabei können sie verschiedene Arten von Verbrennungs- und Aufbereitungstechniken unterscheiden und beschreiben, zum Beispiel Rostfeuerung, Pyrolyse, Pelletierung.  Die Studierenden sind in der Lage, Apparate der thermischen Abfallbehandlungstechnik und der Feststoffverfahrenstechnik zu konzipieren und auszulegen.
<i>Wissen</i>	
<i>Fertigkeiten</i>	Die Studierenden sind in der Lage, geeignete Verfahren für die Behandlung bestimmter Abfälle oder Rohstoffe in Abhängigkeit von deren Charakteristika und den Zielsetzungen auszuwählen. Sie können den technischen Aufwand und die ökologischen Folgen der Technologien abschätzen .
<b>Personale Kompetenzen</b>	Die Studierenden können
<i>Sozialkompetenz</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• respektvoll in der Gruppe lernen und technische Fragestellungen diskutieren,</li> <li>• wissenschaftliche Aufgabenstellungen fachspezifische und fachübergreifende diskutieren,</li> <li>• gemeinsame Lösungen entwickeln,</li> <li>• fachliche konstruktives Feedback geben und mit Rückmeldungen zu ihrem eigenen Leistungen umgehen.</li> </ul>
<i>Selbstständigkeit</i>	Die Studierenden können sich selbstständig Quellen über das jeweilige Fachgebiet erschließen, sich das darin enthaltene Wissen aneignen und auf neue Fragestellungen transformieren. Sie sind fähig in Rücksprache mit Lehrenden ihren jeweiligen Lernstand konkret zu beurteilen und dieser Basis weitere Fragestellungen und für die Lösung notwendigen Arbeitsschritte zu definieren.

<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70
----------------------------------	-------------------------------------

<b>Leistungspunkte</b>	6
------------------------	---

<b>Prüfung</b>	Klausur
----------------	---------

<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	120 min
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Bioverfahrenstechnik: Vertiefung A - Allgemeine Bioverfahrenstechnik: Wahlpflicht Energie- und Umwelttechnik: Vertiefung Energie- und Umwelttechnik: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Verfahrenstechnik und Biotechnologie: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Regenerative Energien: Wahlpflicht Regenerative Energien: Vertiefung Bioenergiesysteme: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Chemische Verfahrenstechnik: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Allgemeine Verfahrenstechnik: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Umweltverfahrenstechnik: Wahlpflicht Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Umwelt: Pflicht Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Stadt: Wahlpflicht

<b>Lehrveranstaltung L0052: Feststoffverfahrenstechnik für Biomassen</b>	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	2
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Prof. Werner Sitzmann
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	Die großtechnische Anwendung verfahrenstechnischer Grundoperationen wird an aktuellen Beispielen der Verarbeitung fester Biomassen demonstriert. Hierzu gehören unter anderem: Zerkleinern, Fördern und Dosieren, Trocknen und Agglomerieren nachwachsender Rohstoffe im Rahmen der Herstellung von Brennstoffen, der Bioethanolerzeugung, der Gewinnung und Veredelung von Pflanzenölen, von Biomass-to-liquid-Prozessen sowie der Herstellung von wood-plastic-composites. Aspekte zum Explosionsschutz und zur Anlagenplanung ergänzen die Vorlesung.
<b>Literatur</b>	Kaltschmitt M., Hartmann H. (Hrsg.): Energie aus Bioamasse, Springer Verlag, 2001, ISBN 3-540-64853-4 Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, Schriftenreihe Nachwachsende Rohstoffe, Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. <a href="http://www.nachwachsende-rohstoffe.de">www.nachwachsende-rohstoffe.de</a> Bockisch M.: Nahrungsfette und -öle, Ulmer Verlag, 1993, ISBN 38000158175

Lehrveranstaltung L0320: Thermal Waste Treatment	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	2
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Prof. Kerstin Kuchta, Dr. Joachim Gerth, Dr. Ernst-Ulrich Hartge
<b>Sprachen</b>	EN
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction, actual state-of-the-art of waste incineration, aims. legal background, reaction principals</li> <li>• basics of incineration processes: waste composition, calorific value, calculation of air demand and flue gas composition</li> <li>• Incineration techniques: grate firing, ash transfer, boiler</li> <li>• Flue gas cleaning: Volume, composition, legal frame work and emission limits, dry treatment, scrubber, de-nox techniques, dioxin elimination, Mercury elimination</li> <li>• Ash treatment: Mass, quality, treatment concepts, recycling, disposal</li> </ul>
<b>Literatur</b>	Thomé-Kozmiensky, K. J. (Hrsg.): Thermische Abfallbehandlung Bande 1-7. EF-Verlag für Energie- und Umwelttechnik, Berlin, 196 - 2013.

Lehrveranstaltung L1177: Thermal Waste Treatment	
<b>Typ</b>	Hörsaalübung
<b>SWS</b>	1
<b>LP</b>	2
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14
<b>Dozenten</b>	Dr. Ernst-Ulrich Hartge, Dr. Joachim Gerth
<b>Sprachen</b>	EN
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung
<b>Literatur</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung

## Modul M0906: Molecular Modeling and Computational Fluid Dynamics

<b>Lehrveranstaltungen</b>			
<b>Titel</b>	<b>Typ</b>	<b>SWS</b>	<b>LP</b>
Numerische Strömungssimulation - Übung mit OpenFoam (L1375)	Gruppenübung	1	1
Numerische Strömungssimulation in der Verfahrenstechnik (L1052)	Vorlesung	2	2
Statistische Thermodynamik und molekulare Modellierung (L0099)	Vorlesung	2	3
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Michael Schlüter		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	None		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mathematics I-IV</li> <li>Basic knowledge in Fluid Mechanics</li> <li>Basic knowledge in chemical thermodynamics</li> </ul>		
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
<b>Fachkompetenz</b>	<p>After successful completion of the module the students are able to</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>explain the the basic principles of statistical thermodynamics (ensembles, simple systems)</li> <li>describe the main approaches in classical Molecular Modeling (Monte Carlo, Molecular Dynamics) in various ensembles</li> <li>discuss examples of computer programs in detail,</li> <li>evaluate the application of numerical simulations,</li> <li>list the possible start and boundary conditions for a numerical simulation.</li> </ul>		
<i>Wissen</i>			
<b>Fertigkeiten</b>	<p>The students are able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>set up computer programs for solving simple problems by Monte Carlo or molecular dynamics,</li> <li>solve problems by molecular modeling,</li> <li>set up a numerical grid,</li> <li>perform a simple numerical simulation with OpenFoam,</li> <li>evaluate the result of a numerical simulation.</li> </ul>		
<i>Fertigkeiten</i>			
<b>Personale Kompetenzen</b>	<p>The students are able to</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>develop joint solutions in mixed teams and present them in front of the other students,</li> <li>to collaborate in a team and to reflect their own contribution toward it.</li> </ul>		
<i>Sozialkompetenz</i>			
<b>Selbstständigkeit</b>	<p>The students are able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>evaluate their learning progress and to define the following steps of learning on that basis,</li> <li>evaluate possible consequences for their profession.</li> </ul>		
<i>Selbstständigkeit</i>			
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70		
<b>Leistungspunkte</b>	6		
<b>Prüfung</b>	Mündliche Prüfung		

<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	1 Stunde Gruppenprüfung
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Bioverfahrenstechnik: Vertiefung A - Allgemeine Bioverfahrenstechnik: Wahlpflicht Bioverfahrenstechnik: Vertiefung B - Industrielle Bioverfahrenstechnik: Wahlpflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Chemische Verfahrenstechnik: Wahlpflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Allgemeine Verfahrenstechnik: Wahlpflicht Energie- und Umwelttechnik: Vertiefung Energie- und Umwelttechnik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Kernqualifikation: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Chemische Verfahrenstechnik: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Allgemeine Verfahrenstechnik: Wahlpflicht

Lehrveranstaltung L1375: Computational Fluid Dynamics - Exercises in OpenFoam	
<b>Typ</b>	Gruppenübung
<b>SWS</b>	1
<b>LP</b>	1
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
<b>Dozenten</b>	Prof. Michael Schlüter
<b>Sprachen</b>	EN
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• generation of numerical grids with a common grid generator</li> <li>• selection of models and boundary conditions</li> <li>• basic numerical simulation with OpenFoam within the TUHH CIP-Pool</li> </ul>
<b>Literatur</b>	OpenFoam Tutorials (StudIP)

Lehrveranstaltung L1052: Computational Fluid Dynamics in Process Engineering	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	2
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Prof. Michael Schlüter
<b>Sprachen</b>	EN
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction into partial differential equations</li> <li>• Basic equations</li> <li>• Boundary conditions and grids</li> <li>• Numerical methods</li> <li>• Finite difference method</li> <li>• Finite volume method</li> <li>• Time discretisation and stability</li> <li>• Population balance</li> <li>• Multiphase Systems</li> <li>• Modeling of Turbulent Flows</li> <li>• Exercises: Stability Analysis</li> <li>• Exercises: Example on CFD - analytically/numerically</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<p>Paschedag A.R.: CFD in der Verfahrenstechnik: Allgemeine Grundlagen und mehrphasige Anwendungen, Wiley-VCH, 2004 ISBN 3-527-30994-2.</p> <p>Ferziger, J.H.; Peric, M.: Numerische Strömungsmechanik. Springer-Verlag, Berlin, 2008, ISBN: 3540675868.</p> <p>Ferziger, J.H.; Peric, M.: Computational Methods for Fluid Dynamics. Springer, 2002, ISBN 3-540-42074-6</p>

Lehrveranstaltung L0099: Statistical Thermodynamics and Molecular Modelling	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	3
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Dr. Sven Jakobtorweihen
<b>Sprachen</b>	EN
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Some lectures will be carried out as computer exercises</b></li> <li>• Introduction to Statistical Mechanics</li> <li>• The ensemble concept</li> <li>• The classical limit</li> <li>• Intermolecular potentials, force fields</li> <li>• Monte Carlo simulations (acceptance rules) (Übungen im Rechnerpool) (exercises in computer pool)</li> <li>• Molecular Dynamics Simulations (integration of equations of motion, calculating transport properties) (exercises in computer pool)</li> <li>• Molecular simulation of Phase equilibria (Gibbs Ensemble)</li> <li>• Methods for the calculation of free energies</li> </ul>
<b>Literatur</b>	Daan Frenkel, Berend Smit: Understanding Molecular Simulation, Academic Press M. P. Allen, D. J. Tildesley: Computer Simulations of Liquids, Oxford Univ. Press A.R. Leach: Molecular Modelling - Principles and Applications, Prentice Hall, N.Y. D. A. McQuarrie: Statistical Mechanics, University Science Books T. L. Hill: Statistical Mechanics , Dover Publications

## Modul M0900: Ausgewählte Prozesse der Feststoffverfahrenstechnik

<b>Lehrveranstaltungen</b>			
<b>Titel</b>	<b>Typ</b>	<b>SWS</b>	<b>LP</b>
Grundlagen der Wirbelschichttechnologie (L0431)	Vorlesung	2	2
Praktikum Wirbelschichttechnologie (L1369)	Laborpraktikum	1	1
Technische Anwendungen der Partikeltechnologie (L0955)	Vorlesung	2	2
Übungen zur Wirbelschichttechnologie (L1372)	Gruppenübung	1	1
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Stefan Heinrich		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Kenntnisse aus dem Modul Partikeltechnologie I		
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
<b>Fachkompetenz</b>	<p>Nach Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage, beispielhaft die Zusammenstellung von Prozessen der Feststoffverfahrenstechnik aus Apparaten und Verfahren der Partikeltechnologie zu beschreiben und das Zusammenwirken einzelner Teilprozesse in einem Gesamtprozess erläutern.</p>		
<i>Wissen</i>			
<i>Fertigkeiten</i>	<p>Die Studierenden sind in der Lage, Aufgabenstellungen in der Feststoffverfahrenstechnik zu analysieren und geeignete Prozessketten zusammenzustellen.</p>		
<b>Personale Kompetenzen</b>			
<i>Sozialkompetenz</i>	<p>Studierende sind in der Lage fachspezifische Inhalte in wissenschaftlicher Weise zu diskutieren.</p>		
<i>Selbstständigkeit</i>	<p>Studierende sind dazu in der Lage fachspezifisches Wissen selbstständig zu vertiefen und in wissenschaftlicher Weise zu diskutieren.</p>		
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84		
<b>Leistungspunkte</b>	6		
<b>Prüfung</b>	Klausur		
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	120 Minuten		
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Bioverfahrenstechnik: Vertiefung A - Allgemeine Bioverfahrenstechnik: Wahlpflicht Energie- und Umwelttechnik: Vertiefung Energie- und Umwelttechnik: Wahlpflicht Regenerative Energien: Vertiefung Bioenergiesysteme: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Chemische Verfahrenstechnik: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Allgemeine Verfahrenstechnik: Wahlpflicht		

<b>Lehrveranstaltung L0431: Fluidization Technology</b>	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	2
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Prof. Stefan Heinrich
<b>Sprachen</b>	EN
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	<p>Introduction: definition, fluidization regimes, comparison with other types of gas/solids reactors</p> <p>Typical fluidized bed applications</p> <p>Fluidmechanical principle</p> <p>Local fluid mechanics of gas/solid fluidization</p> <p>Fast fluidization (circulating fluidized bed)</p> <p>Entrainment</p> <p>Solids mixing in fluidized beds</p> <p>Application of fluidized beds to granulation and drying processes</p>
<b>Literatur</b>	Kunii, D.; Levenspiel, O.: Fluidization Engineering. Butterworth Heinemann, Boston, 1991.

<b>Lehrveranstaltung L1369: Practical Course Fluidization Technology</b>	
<b>Typ</b>	Laborpraktikum
<b>SWS</b>	1
<b>LP</b>	1
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
<b>Studienleistung</b>	Verpflichtender Praktikumsbericht: drei Berichte (pro Versuch ein Bericht) à 5-10 Seiten.
<b>Dozenten</b>	Prof. Stefan Heinrich
<b>Sprachen</b>	EN
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	<p>Experiments:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Determination of the minimum fluidization velocity</li> <li>• heat transfer</li> <li>• granulation</li> <li>• drying</li> </ul>
<b>Literatur</b>	Kunii, D.; Levenspiel, O.: Fluidization Engineering. Butterworth Heinemann, Boston, 1991.

<b>Lehrveranstaltung L0955: Technische Anwendungen der Partikeltechnologie</b>	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	2
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Prof. Werner Sitzmann
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	Auf der Basis physikalischer Grundlagen werden die Grundoperationen Mischen, Trennen, Agglomerieren und Zerkleinern hinsichtlich ihrer technischen Anwendung aus Sicht des Praktikers diskutiert. Es werden Maschinen und Apparate vorgestellt, deren Aufbau und Wirkungsweise erklärt und ihre Einbindung in Produktionsprozesse der Chemie, der Lebens- und Futtermitteltechnik sowie der Entsorgungs- und Recyclingindustrie veranschaulicht.
<b>Literatur</b>	Stieß M: Mechanische Verfahrenstechnik I und II, Springer - Verlag, 1997

<b>Lehrveranstaltung L1372: Exercises in Fluidization Technology</b>	
<b>Typ</b>	Gruppenübung
<b>SWS</b>	1
<b>LP</b>	1
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
<b>Dozenten</b>	Prof. Stefan Heinrich
<b>Sprachen</b>	EN
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	Exercises and calculation examples for the lecture Fluidization Technology
<b>Literatur</b>	Kunii, D.; Levenspiel, O.: Fluidization Engineering. Butterworth Heinemann, Boston, 1991.

Modul M0904: Projektierungskurs			
<b>Lehrveranstaltungen</b>			
<b>Titel</b>	<b>Typ</b>	<b>SWS</b>	<b>LP</b>
Projektierungskurs (L1050)	Projektierungskurs	6	6
<b>Modulverantwortlicher</b>	Dozenten des SD V		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Partikeltechnologie und Feststoffverfahrenstechnik</li> <li>• Transportprozesse</li> <li>• Prozess- und Anlagentechnik II</li> <li>• Strömungsmechanik in der Verfahrenstechnik</li> <li>• Chemische Reaktionstechnik - Vertiefung</li> <li>• Bioprozess- und Biosystemstechnik</li> </ul>		
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
<b>Fachkompetenz</b>	<p>Nach erfolgreicher Teilnahme am Projektierungskurs wissen die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wie ein Team zur Bearbeitung einer komplexen verfahrenstechnischen Aufgabe zusammenarbeitet</li> <li>• welche Planungswerkzeuge für die zur Auslegung eines verfahrenstechnischen Prozesses benötigt werden</li> <li>• welche Hindernisse und Schwierigkeiten bei der Auslegung eines verfahrenstechnischen Prozesses auftreten</li> </ul> <p>Studierende sind nach erfolgreicher Teilnahme in der Lage:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Auslegungswerkzeuge auf eine konkrete verfahrenstechnische Aufgabenstellung anzuwenden,</li> <li>• Verfahrenstechnische Anlagenkomponenten für ein Gesamtsystem auszuwählen und zu verknüpfen,</li> <li>• Alle wesentlichen Daten für die ökonomische und ökologische Bewertung eines Anlagenkonzeptes zusammenzustellen,</li> <li>• Methoden des Projektmanagements auf verfahrenstechnische Vorhaben anzuwenden.</li> </ul>		
<i>Wissen</i>			
<i>Fertigkeiten</i>			
<b>Personale Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden können in international besetzten teams auf englisch diskutieren und unter Zeitdruck einen Lösungsweg erarbeiten.</p> <p>Studierende sind in der Lage, eigenständig Aufgaben zu definieren, hierfür notwendiges Wissen aufbauend auf dem vermittelten Wissen selbst zu erarbeiten sowie geeignete Mittel zur Umsetzung einzusetzen. Sie können sich selbst im Team organisieren und Prioritäten vergeben.</p>		
<i>Sozialkompetenz</i>			
<i>Selbstständigkeit</i>			
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84		
<b>Leistungspunkte</b>	6		
<b>Prüfung</b>	Fachtheoretisch-fachpraktische Arbeit		
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	.		
	Bioverfahrenstechnik: Kernqualifikation: Pflicht		

<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Chemical and Bioprocess Engineering: Kernqualifikation: Pflicht Energie- und Umwelttechnik: Vertiefung Energie- und Umwelttechnik: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Kernqualifikation: Pflicht
---	--

<b>Lehrveranstaltung L1050: Projektierungskurs</b>	
<b>Typ</b>	Projektierungskurs
<b>SWS</b>	6
<b>LP</b>	6
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84
<b>Dozenten</b>	NN
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	Im Projektierungskurs sollen die Studierenden in Arbeitsgruppen den Gesamtkomplex einer energie- oder verfahrenstechnischen Anlage planen, die einzelnen Anlagenkomponenten auslegen und berechnen sowie eine vollständige Kostenkalkulation erarbeiten. Bei der Projektierung sind sicherheitstechnische Aspekte zu berücksichtigen sowie das Genehmigungsverfahren/Behördenengineering.
<b>Literatur</b>	

Modul M1294: Bioenergie			
<b>Lehrveranstaltungen</b>			
Titel	Typ	SWS	LP
Biokraftstoffverfahrenstechnik (L0061)	Vorlesung	1	1
Biokraftstoffverfahrenstechnik (L0062)	Gruppenübung	1	1
Thermische Biomassenutzung (L1767)	Vorlesung	2	2
Thermische Biomassenutzung (L1768)	Gruppenübung	1	1
World Market for Commodities from Agriculture and Forestry (L1769)	Vorlesung	1	1
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Martin Kaltschmitt		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	keine		
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
<b>Fachkompetenz</b>			
<i>Wissen</i>	Die Studierenden können die Grundlagen der Energiegewinnung aus Biomasse, über aerobe und anaerobe Abfallbehandlungsverfahren, die dabei gewonnenen Produkte und die Behandlung der jeweils entstehenden Emissionen wiedergeben.		
<i>Fertigkeiten</i>	Die Studierenden können das erlernte Wissen über biomasse-basierte Energieerzeugungsanlagen anwenden, um für unterschiedliche Fragestellungen, beispielsweise bezüglich der Dimensionierung und Auslegung von Anlagen, die Zusammenhänge zu erläutern. In diesem Zusammenhang sind die Studierenden auch in der Lage Berechnungsaufgaben zur Verbrennung, Vergasung und Biogas-, Biodiesel- und Bioethanolnutzung zu lösen.		
<b>Personale Kompetenzen</b>			
<i>Sozialkompetenz</i>	Die Studierenden können wissenschaftliche Aufgabenstellungen zur Auslegung und Bewertung von Energiesystemen zur Biomassenutzung diskutieren.		
<i>Selbstständigkeit</i>	Die Studierenden können sich zur Aufarbeitung der Vorlesungsschwerpunkte selbstständig Quellen über das Fachgebiet erschließen, Wissen auswählen und aneignen. Des Weiteren können die Studierenden, unter Hilfestellung der Lehrenden, eigenständig Berechnungen zu biomasse-nutzenden Energiesysteme erfüllen und so Ihren jeweiligen Lernstand einschätzen und auf dieser Basis weitere Arbeitsschritte definieren.		
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84		
<b>Leistungspunkte</b>	6		
<b>Prüfung</b>	Klausur		
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	3 Stunden Klausur		
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Bioverfahrenstechnik: Vertiefung A - Allgemeine Bioverfahrenstechnik: Wahlpflicht Energie- und Umwelttechnik: Vertiefung Energie- und Umwelttechnik: Wahlpflicht Energietechnik: Vertiefung Energiesysteme: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Regenerative Energien: Wahlpflicht Regenerative Energien: Kernqualifikation: Pflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Umweltverfahrenstechnik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0061: Biokraftstoffverfahrenstechnik	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	1
<b>LP</b>	1
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
<b>Dozenten</b>	Dr. Oliver Lüdtko
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Allgemeine Einleitung</li> <li>• Was sind Biokraftstoffe?</li> <li>• Märkte &amp; Entwicklungen</li> <li>• Gesetzliche Rahmenbedingungen</li> <li>• Treibhausgaseinsparungen</li> <li>• Generationen der Biokraftstoffe                         <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Bioethanol der ersten Generation                                 <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Rohstoffe</li> <li>▪ Fermentation</li> <li>▪ Destillation</li> </ul> </li> <li>◦ Biobutanol / ETBE</li> <li>◦ Bioethanol der zweiten Generation                                 <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Bioethanol aus Stroh</li> </ul> </li> <li>◦ Biodiesel der ersten Generation                                 <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Rohstoffe</li> <li>▪ Produktionsprozess</li> <li>▪ Biodiesel &amp; Rohstoffe</li> </ul> </li> <li>◦ HVO / HEFA</li> <li>◦ Biodiesel der zweiten Generation                                 <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Biodiesel aus Algen</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>• Biogas als Kraftstoff                         <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Biogas der ersten Generation                                 <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Rohstoffe</li> <li>▪ Fermentation</li> <li>▪ Reinigung zu Biomethan</li> </ul> </li> <li>◦ Biogas der zweiten Generation &amp; Vergasungsverfahren</li> <li>◦ Methanol / DME aus Holz und Tall oil©</li> </ul> </li> </ul>
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Skriptum zur Vorlesung</li> <li>• Drapcho, Nhuan, Walker; Biofuels Engineering Process Technology</li> <li>• Harwardt; Systematic design of separations for processing of biorenewables</li> <li>• Kaltschmitt; Hartmann; Energie aus Biomasse: Grundlagen, Techniken und Verfahren</li> <li>• Mousdale; Biofuels - Biotechnology, Chemistry and Sustainable Development</li> <li>• VDI Wärmeatlas</li> </ul>

Lehrveranstaltung L0062: Biokraftstoffverfahrenstechnik	
<b>Typ</b>	Gruppenübung
<b>SWS</b>	1
<b>LP</b>	1
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
<b>Dozenten</b>	Dr. Oliver Lüdtko
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Ökobilanzen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Exemplarisches Beispiel zur Bewertung von CO<sub>2</sub> Einsparungspotentialen durch alternative Kraftstoffe -- Wahl der Systemgrenzen und Datenbanken</li> </ul> </li> <li>• <b>Bioethanolherstellung</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Anwendungsaufgabe in der die Grundlagen der thermischen Trennverfahren (Rektifikation, Extraktion) thematisiert werden. Dabei liegt der Fokus auf einer Kolonnenauslegung, inkl. Wärmebedarf, Stufenanzahl, Rücklaufverhältnis...</li> </ul> </li> <li>• <b>Biodieselherstellung</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Verfahrenstechnische Optionen der Fest/Flüssigtrennung, inklusive Grundgleichungen zum Abschätzen von Leistung, Energiebedarf, Trennschärfe und Durchsatz</li> </ul> </li> <li>• <b>Biomethanproduktion</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Chemische Reaktionen, die bei der Herstellung von Biokraftstoffen relevant sind, inklusive Gleichgewichte, Aktivierungsenergien, shift-Reaktionen</li> </ul> </li> </ul>
<b>Literatur</b>	Skriptum zur Vorlesung

<b>Lehrveranstaltung L1767: Thermische Biomassenutzung</b>	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	2
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Prof. Martin Kaltschmitt
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	<p>Ziel dieses Kurses ist es, die physikalischen, chemischen und biologischen als auch die technischen, wirtschaftlichen und ökologischen Grundlagen aller Optionen der Energieerzeugung aus Biomasse aus deutscher und internationaler Sicht zu diskutieren. Zusätzlich unterschiedlichen Systemansätze zur Nutzung von Biomasse für die Energieerzeugung, Aspekte der Bioenergie im Energiesystem zu integrieren, technische und wirtschaftliche Entwicklungspotenziale und die aktuelle und erwartete zukünftige Verwendung innerhalb des Energiesystems vorgestellt.</p> <p>Der Kurs ist wie folgt aufgebaut:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Biomasse als Energieträger im Energiesystem, die Nutzung von Biomasse in Deutschland und weltweit, Übersicht über den Inhalt des Kurses</li> <li>• Photosynthese , die Zusammensetzung der organischen Stoffe , Pflanzenproduktion , Energiepflanzen , Reststoffen, organischen Abfällen</li> <li>• Biomasse Bereitstellung Ketten für holzige und krautige Biomasse , Ernte und Bereitstellung , Transport, Lagerung, Trocknung             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Thermo - chemische Umwandlung von biogenen Festbrennstoffen                 <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Grundlagen der thermo- chemischen Umwandlung</li> <li>◦ Direkte thermo- chemische Umwandlung durch Verbrennung: Verbrennungstechnologien für kleine und Großanlagen , Strom- Erzeugungstechnologien , Abgasbehandlungstechnologien, Asche und ihre Verwendung</li> <li>◦ Vergasung: Vergasungstechnologien, Gasreinigungstechnologien, Optionen zur Nutzung des gereinigten Gases für die Bereitstellung von Wärme, Strom und/oder Brennstoffe</li> <li>◦ Schnelle und langsame Pyrolyse : Technologien für die Bereitstellung von Bio- Öl und / oder für die Bereitstellung von Kohle -, Öl- Reinigungstechnologien , Optionen um die Pyrolyse- Öl und Kohle als Energieträger als auch als Rohstoff verwenden</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>• Physikalisch-chemische Umwandlung von Biomasse , die Öle und / oder Fette : Grundlagen , Ölsaaten und Ölfrüchte, Pflanzenölproduktion , die Produktion von Biokraftstoff mit standardisierten Merkmalen (Umesterung , Hydrierung, Co- Processing in bestehenden Raffinerien) , Optionen der Nutzung dieser Kraftstoffe, Optionen zur Verwendung der Rückstände (d.h. Mehl, Glycerin)             <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Bio- chemische Umwandlung von Biomasse</li> <li>◦ Grundlagen der bio- chemische Umwandlung</li> <li>◦ Biogas: Prozess- Technologien für Anlagen mit landwirtschaftlichen Rohstoffen , Klärschlamm ( Klärgas ), organische Abfallfraktion (Deponiegas ) , Technologien für die Bereitstellung von Biomethan , die Verwendung des aufgeschlossenen Schlamm</li> <li>◦ Ethanol-Produktion : Prozesstechnologien für Einsatzmaterial, Zucker, Stärke oder Cellulose , die Verwendung von Ethanol als Kraftstoff, Verwendung der Schlempe</li> </ul> </li> </ul>
<b>Literatur</b>	<b>Kaltschmitt, M.; Hartmann, H. (Hrsg.): Energie aus Biomasse; Springer, Berlin, Heidelberg, 2009, 2. Auflage</b>

Lehrveranstaltung L1768: Thermische Biomassenutzung	
<b>Typ</b>	Gruppenübung
<b>SWS</b>	1
<b>LP</b>	1
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
<b>Studienleistung</b>	Bearbeitung von sechs Aufgabenstellungen zum besseren Verständnis der Umweltbewertungsmethoden (Pflicht)
<b>Dozenten</b>	Prof. Martin Kaltschmitt
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung
<b>Literatur</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung

Lehrveranstaltung L1769: World Market for Commodities from Agriculture and Forestry	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	1
<b>LP</b>	1
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
<b>Dozenten</b>	Prof. Michael Köhl, Bernhard Chilla
<b>Sprachen</b>	EN
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	<p>1) Markets for Agricultural Commodities                      What are the major markets and how are markets functioning                      Recent trends in world production and consumption.                      World trade is growing fast. Logistics. Bottlenecks.                      The major countries with surplus production                      Growing net import requirements, primarily of China, India and many other countries.                      Tariff and non-tariff market barriers. Government interferences.</p> <p>2) Closer Analysis of Individual Markets                      Thomas Mielke will analyze in more detail the global vegetable oil markets, primarily palm oil, soya oil, rapeseed oil, sunflower oil. Also the raw material (the oilseed) as well as the by-product (oilmeal) will be included. The major producers and consumers.                      Vegetable oils and oilmeals are extracted from the oilseed. The importance of vegetable oils and animal fats will be highlighted, primarily in the food industry in Europe and worldwide. But in the past 15 years there have also been rapidly rising global requirements of oils &amp; fats for non-food purposes, primarily as a feedstock for biodiesel but also in the chemical industry.                      Importance of oilmeals as an animal feed for the production of livestock and aquaculture                      Oilseed area, yields per hectare as well as production of oilseeds. Analysis of the major oilseeds worldwide. The focus will be on soybeans, rapeseed, sunflowerseed, groundnuts and cottonseed.                      Regional differences in productivity. The winners and losers in global agricultural production.</p> <p>3) Forecasts: Future Global Demand &amp; Production of Vegetable Oils                      Big challenges in the years ahead: Lack of arable land for the production of oilseeds, grains</p>

	<p>and other crops. Competition with livestock. Lack of water. What are possible solutions? Need for better education &amp; management, more mechanization, better seed varieties and better inputs to raise yields.</p> <p>The importance of prices and changes in relative prices to solve market imbalances (shortage situations as well as surplus situations). How does it work? Time lags.</p> <p>Rapidly rising population, primarily the number of people considered "middle class" in the years ahead.</p> <p>Higher disposable income will trigger changing diets in favour of vegetable oils and livestock products.</p> <p>Urbanization. Today, food consumption per caput is partly still very low in many developing countries, primarily in Africa, some regions of Asia and in Central America. What changes are to be expected?</p> <p>The myth and the realities of palm oil in the world of today and tomorrow.</p> <p>Labour issues curb production growth: Some examples: 1) Shortage of labour in oil palm plantations in Malaysia. 2) Structural reforms overdue for the agriculture in India, China and other countries to become more productive and successful, thus improving the standard of living of smallholders.</p>
<b>Literatur</b>	Lecture material

## Modul M0802: Membrane Technology

<b>Lehrveranstaltungen</b>			
<b>Titel</b>	<b>Typ</b>	<b>SWS</b>	<b>LP</b>
Membrantechnologie (L0399)	Vorlesung	2	3
Membrantechnologie (L0400)	Gruppenübung	1	2
Membrantechnologie (L0401)	Laborpraktikum	1	1
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Mathias Ernst		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	None		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Basic knowledge of water chemistry. Knowledge of the core processes involved in water, gas and steam treatment		
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
<b>Fachkompetenz</b>	<p style="margin-left: 20px;"><i>Wissen</i> Students will be able to rank the technical applications of industrially important membrane processes. They will be able to explain the different driving forces behind existing membrane separation processes. Students will be able to name materials used in membrane filtration and their advantages and disadvantages. Students will be able to explain the key differences in the use of membranes in water, other liquid media, gases and in liquid/gas mixtures.</p> <p style="margin-left: 20px;"><i>Fertigkeiten</i> Students will be able to prepare mathematical equations for material transport in porous and solution-diffusion membranes and calculate key parameters in the membrane separation process. They will be able to handle technical membrane processes using available boundary data and provide recommendations for the sequence of different treatment processes. Through their own experiments, students will be able to classify the separation efficiency, filtration characteristics and application of different membrane materials. Students will be able to characterise the formation of the fouling layer in different waters and apply technical measures to control this.</p>		
<b>Personale Kompetenzen</b>	<p style="margin-left: 20px;"><i>Sozialkompetenz</i> Students will be able to work in diverse teams on tasks in the field of membrane technology. They will be able to make decisions within their group on laboratory experiments to be undertaken jointly and present these to others.</p> <p style="margin-left: 20px;"><i>Selbstständigkeit</i> Students will be in a position to solve homework on the topic of membrane technology independently. They will be capable of finding creative solutions to technical questions.</p>		
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
<b>Leistungspunkte</b>	6		
<b>Prüfung</b>	Klausur		
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	90 min		
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Bauingenieurwesen: Vertiefung Wasser und Verkehr: Wahlpflicht Bioverfahrenstechnik: Vertiefung A - Allgemeine Bioverfahrenstechnik: Wahlpflicht Bioverfahrenstechnik: Vertiefung B - Industrielle Bioverfahrenstechnik: Wahlpflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Chemische Verfahrenstechnik: Wahlpflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Allgemeine Verfahrenstechnik: Wahlpflicht Energie- und Umwelttechnik: Vertiefung Energie- und Umwelttechnik: Wahlpflicht Environmental Engineering: Vertiefung Wasser: Wahlpflicht Joint European Master in Environmental Studies - Cities and Sustainability: Vertiefung		

	Wasser: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Umweltverfahrenstechnik: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Allgemeine Verfahrenstechnik: Wahlpflicht Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Wasser: Wahlpflicht Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Umwelt: Wahlpflicht Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Stadt: Wahlpflicht
--	---

**Lehrveranstaltung L0399: Membrane Technology**

<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	3
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Prof. Mathias Ernst
<b>Sprachen</b>	EN
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	<p>The lecture on membrane technology supply provides students with a broad understanding of existing membrane treatment processes, encompassing pressure driven membrane processes, membrane application in electrodialysis, pervaporation as well as membrane distillation. The lectures main focus is the industrial production of drinking water like particle separation or desalination; however gas separation processes as well as specific wastewater oriented applications such as membrane bioreactor systems will be discussed as well.</p> <p>Initially, basics in low pressure and high pressure membrane applications are presented (microfiltration, ultrafiltration, nanofiltration, reverse osmosis). Students learn about essential water quality parameter, transport equations and key parameter for pore membrane as well as solution diffusion membrane systems. The lecture sets a specific focus on fouling and scaling issues and provides knowledge on methods how to tackle with these phenomena in real water treatment application. A further part of the lecture deals with the character and manufacturing of different membrane materials and the characterization of membrane material by simple methods and advanced analysis.</p> <p>The functions, advantages and drawbacks of different membrane housings and modules are explained. Students learn how an industrial membrane application is designed in the succession of treatment steps like pre-treatment, water conditioning, membrane integration and post-treatment of water. Besides theory, the students will be provided with knowledge on membrane demo-site examples and insights in industrial practice.</p>
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• T. Melin, R. Rautenbach: Membranverfahren: Grundlagen der Modul- und Anlagenauslegung (2., erweiterte Auflage), Springer-Verlag, Berlin 2004.</li> <li>• Marcel Mulder, Basic Principles of Membrane Technology, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands</li> <li>• Richard W. Baker, Membrane Technology and Applications, Second Edition, John Wiley &amp; Sons, Ltd., 2004</li> </ul>

<b>Lehrveranstaltung L0400: Membrane Technology</b>	
<b>Typ</b>	Gruppenübung
<b>SWS</b>	1
<b>LP</b>	2
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14
<b>Studienleistung</b>	Freiwillige Einreichung von Lösungen zu Übungsaufgaben. Über die Abgabe von Lösungen können Bonuspunkte für die Klausur gesammelt werden. Detailliertere Informationen erhalten die Studierenden bei Veranstaltungsbeginn.
<b>Dozenten</b>	Prof. Mathias Ernst
<b>Sprachen</b>	EN
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung
<b>Literatur</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung

<b>Lehrveranstaltung L0401: Membrane Technology</b>	
<b>Typ</b>	Laborpraktikum
<b>SWS</b>	1
<b>LP</b>	1
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
<b>Studienleistung</b>	Protokoll: Verpflichtende Abgabe eines Versuchsprotokolls über die durchgeführten Experimente.
<b>Dozenten</b>	Prof. Mathias Ernst
<b>Sprachen</b>	EN
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung
<b>Literatur</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung

## Modul M1287: Risikomanagement, Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie

<b>Lehrveranstaltungen</b>			
<b>Titel</b>	<b>Typ</b>	<b>SWS</b>	<b>LP</b>
Angewandte Brennstoffzellentechnologie (L1831)	Vorlesung	2	2
Risikomanagement in der Energiewirtschaft (L1748)	Vorlesung	2	2
Wasserstofftechnologie (L0060)	Vorlesung	2	2
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Martin Kaltschmitt		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Keine		
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
<b>Fachkompetenz</b>	<p>Mit Abschluss dieses Moduls können die Studierenden die Grundlagen des Risikomanagements unter Einbeziehung fachangrenzender Kontexte erläutern und die optimale Nutzung von Energiesystemen beschreiben.</p> <p><i>Wissen</i> Des Weiteren können die Studierenden solide theoretische Kenntnisse über die Potenziale und Anwendungen neuer Informationstechnologien in der Logistik wiedergeben und fachangrenzende Aspekte der Nutzung, Herstellung und Aufbereitung von Wasserstoff erläutern.</p> <p>Mit Abschluss dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage Risiken von Energiesystemen unter energiewirtschaftlichen Rahmenbedingungen zu bewerten. Dies beinhaltet auch, dass die Studierenden unter anderem in der Lage sind Risiken in der Einsatzplanung von Kraftwerksparks aus technischer, ökonomischer und ökologischer Sicht zu beurteilen.</p> <p><i>Fertigkeiten</i> In diesem Zusammenhang können die Studierenden auch die Potenziale von Logistik- und Informationstechnologie insbesondere auf energetische Problemstellungen einschätzen.</p> <p>Zusätzlich sind die Studierenden in der Lage den Energieträger Wasserstoff auf seine Anwendungsmöglichkeiten, die gegebene Sicherheit und bezüglich der vorhandenen Nutzungspotenziale und -grenzen zu beschreiben und aus technischer, ökologischer und ökonomischer Sicht zu beurteilen.</p>		
<b>Personale Kompetenzen</b>	<p><i>Sozialkompetenz</i> Die Studierenden können Problemstellungen in den angrenzenden Themengebieten im Bereich erneuerbarer Energien, die innerhalb des Moduls vertieft wurden, diskutieren.</p> <p><i>Selbstständigkeit</i> Die Studierenden können sich selbstständig Quellen über die Schwerpunkte der Vorlesungen erschließen und sich das enthaltene Wissen aneignen. Auf diese Weise erkennen sie eigenständig Schwächen innerhalb ihres Leistungsstandes.</p>		
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84		
<b>Leistungspunkte</b>	6		
<b>Prüfung</b>	Klausur		
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	3 Stunden Klausur		
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Energie- und Umwelttechnik: Vertiefung Energie- und Umwelttechnik: Wahlpflicht Regenerative Energien: Vertiefung Windenergiesysteme: Wahlpflicht Regenerative Energien: Vertiefung Solare Energiesysteme: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Umweltverfahrenstechnik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L1831: Angewandte Brennstoffzellentechnologie									
<b>Typ</b>	Vorlesung								
<b>SWS</b>	2								
<b>LP</b>	2								
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28								
<b>Dozenten</b>	Dr. Klaus Bonhoff								
<b>Sprachen</b>	DE								
<b>Zeitraum</b>	SoSe								
	<p>Die Vorlesung gibt einen Einblick in die vielfältigen Nutzungsmöglichkeiten von Brennstoffzellen im Energiesystem (Strom, Wärme und Verkehr). Dazu werden für einzelne Brennstoffzellentypen und anwendungsorientierten Anforderungsprofile dargestellt und diskutiert; auch im Systemvergleich mit alternativen Technologien. Für die einzelnen Varianten wird der aktuelle Stand der Technologie mit Praxisbeispielen aus Deutschland und weltweit vorgestellt. Auch wird auf die sich abzeichnenden Entwicklungstendenzen und Entwicklungslinien - und die in den kommenden Jahren zu erwartenden Technologien - eingegangen. Neben den technischen Aspekten, die den Schwerpunkt der Veranstaltung darstellen, werden auch energie-, umwelt- und industriepolitische Aspekte - auch im Kontext der sich verändernden Gegebenheiten im deutschen und internationalen Energiesystem - diskutiert.</p> <table border="0" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">Thema</th> <th style="text-align: left;">Inhalte</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="vertical-align: top;">Einführung in die Brennstoffzellentechnologie</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nachhaltiges Energiesystem (Ausbau erneuerbarer Energien, Dezentralisierung, ...)</li> <li>• Sektorkopplung (Strom, Wärme, Verkehr)</li> <li>• Politischer Rahmen (Mobilitäts- und Kraftstoffstrategie, ...)</li> <li>• Regulativer Rahmen (EU-Richtlinien, Nationale Gesetzgebung)</li> <li>• Vorteile der Brennstoffzelle (Systemwirkungsgrad, Emissionen, ...)</li> <li>• Innovationsprozess / Einordnung BZ</li> <li>• Anwendungsfelder für Brennstoffzellensysteme (Verkehr: Pkw, Busse (ÖPNV), Schiene; stationär: Hausenergieversorgung, KWK Industrie/Gewerbe; Spezielle Märkte: Logistikanwendungen (Gabelstapler, Flughäfen, ...), Stromversorgung für kritische Infrastrukturen (Behördenfunk, Telekommunikation, autarke Energiesysteme, ...)</li> </ul> </td> </tr> <tr> <td style="vertical-align: top;">Technische Grundlagen von Brennstoffzellensystemen</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einordnung unterschiedlicher Brennstoffzellentypen (Hochtemperatur-, Niedertemperaturbrennstoffzellen)</li> <li>• Anwendungsspezifische Systemanforderungen</li> </ul> </td> </tr> <tr> <td></td> <td> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Historie</li> <li>• Status Quo (Systemkonzepte, Speichertechnologien, ...)</li> </ul> </td> </tr> </tbody> </table>	Thema	Inhalte	Einführung in die Brennstoffzellentechnologie	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nachhaltiges Energiesystem (Ausbau erneuerbarer Energien, Dezentralisierung, ...)</li> <li>• Sektorkopplung (Strom, Wärme, Verkehr)</li> <li>• Politischer Rahmen (Mobilitäts- und Kraftstoffstrategie, ...)</li> <li>• Regulativer Rahmen (EU-Richtlinien, Nationale Gesetzgebung)</li> <li>• Vorteile der Brennstoffzelle (Systemwirkungsgrad, Emissionen, ...)</li> <li>• Innovationsprozess / Einordnung BZ</li> <li>• Anwendungsfelder für Brennstoffzellensysteme (Verkehr: Pkw, Busse (ÖPNV), Schiene; stationär: Hausenergieversorgung, KWK Industrie/Gewerbe; Spezielle Märkte: Logistikanwendungen (Gabelstapler, Flughäfen, ...), Stromversorgung für kritische Infrastrukturen (Behördenfunk, Telekommunikation, autarke Energiesysteme, ...)</li> </ul>	Technische Grundlagen von Brennstoffzellensystemen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einordnung unterschiedlicher Brennstoffzellentypen (Hochtemperatur-, Niedertemperaturbrennstoffzellen)</li> <li>• Anwendungsspezifische Systemanforderungen</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Historie</li> <li>• Status Quo (Systemkonzepte, Speichertechnologien, ...)</li> </ul>
Thema	Inhalte								
Einführung in die Brennstoffzellentechnologie	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nachhaltiges Energiesystem (Ausbau erneuerbarer Energien, Dezentralisierung, ...)</li> <li>• Sektorkopplung (Strom, Wärme, Verkehr)</li> <li>• Politischer Rahmen (Mobilitäts- und Kraftstoffstrategie, ...)</li> <li>• Regulativer Rahmen (EU-Richtlinien, Nationale Gesetzgebung)</li> <li>• Vorteile der Brennstoffzelle (Systemwirkungsgrad, Emissionen, ...)</li> <li>• Innovationsprozess / Einordnung BZ</li> <li>• Anwendungsfelder für Brennstoffzellensysteme (Verkehr: Pkw, Busse (ÖPNV), Schiene; stationär: Hausenergieversorgung, KWK Industrie/Gewerbe; Spezielle Märkte: Logistikanwendungen (Gabelstapler, Flughäfen, ...), Stromversorgung für kritische Infrastrukturen (Behördenfunk, Telekommunikation, autarke Energiesysteme, ...)</li> </ul>								
Technische Grundlagen von Brennstoffzellensystemen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einordnung unterschiedlicher Brennstoffzellentypen (Hochtemperatur-, Niedertemperaturbrennstoffzellen)</li> <li>• Anwendungsspezifische Systemanforderungen</li> </ul>								
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Historie</li> <li>• Status Quo (Systemkonzepte, Speichertechnologien, ...)</li> </ul>								

<p><b>Inhalt</b></p>	<p>Brennstoffzellen-Pkw</p> <p>Wasserstoffinfrastruktur für Brennstoffzellen-Pkw</p> <p>Brennstoffzellenbusse</p> <p>Brennstoffzellen für die Schiene</p> <p>Brennstoffzellen auf Schiffen und in der Luftfahrt</p> <p>Stationäre Brennstoffzellen in der Hausenergieversorgung</p> <p>Kraft-Wärme-Kopplung in stationären Brennstoffzellen in gewerblichen und industriellen Anwendungen</p> <p>Brennstoffzellen in der Logistik und für die Stromversorgung für kritische Infrastrukturen</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Internationaler Vergleich (Automobilindustrie, Politik, ...)</li> <li>• Aktuelle Entwicklungen und Herausforderungen</li> <li>• Tankstellentechnologie</li> <li>• Ausbau von Tankstellennetzwerken (D, EU, weltweit)</li> <li>• Wasserstoff aus erneuerbaren Energien</li> <li>• Alternativen für emissionsfreien ÖPNV</li> <li>• Anbieter</li> <li>• Anforderungen für Busbetreiber (Infrastruktur, Werkstätten, ...)</li> <li>• Status Quo/Perspektiven</li> <li>• Nicht-elektrifizierte Nebenstrecken in Deutschland</li> <li>• Aktuelle Aktivitäten</li> <li>• Perspektiven</li> <li>• Rahmenbedingungen für die maritime Wirtschaft</li> <li>• Kraftstoffe für Schiffsanwendungen</li> <li>• Anforderungen und Systemkonfigurationen für Schiffe</li> <li>• Systemvergleich (Strom und Wärme separat)</li> <li>• Status Quo</li> <li>• Markteinführung</li> <li>• Systemvergleich (Strom und Wärme separat)</li> <li>• Status Quo</li> <li>• Gabelstapler</li> <li>• Anwendungsbeispiel Flughafen</li> <li>• Back-up Power / Notstromversorgung (Telekommunikation, Behördenfunk, ...)</li> <li>• Autarke Energiesysteme (Inselstromversorgung, ...)</li> </ul>
<p><b>Literatur</b></p>	<p>Vorlesungsunterlagen</p>	

Lehrveranstaltung L1748: Risikomanagement in der Energiewirtschaft	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	2
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Dr. Rainer Lux
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen des Risikomanagements                             <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Begriffsdefinition</li> <li>◦ Risikoarten</li> <li>◦ Riskomanagementprozess</li> <li>◦ Enterprise Risk Management</li> </ul> </li> <li>• Märkte und Instrumente im Energiehandel                             <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Termin- und Spotkontrakte</li> <li>◦ Notierungen an Energiemärkten</li> <li>◦ Optionen</li> </ul> </li> <li>• Kennzahlendefinition                             <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Bewertung von Marktrisiken</li> <li>◦ Bewertung von Adressrisiken</li> <li>◦ Bewertung von operationellen Risiken</li> <li>◦ Bewertung von Liquiditätsrisiken</li> </ul> </li> <li>• Risikomonitoring- und Reporting</li> <li>• Risikobehandlung</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Roggi, O. (2012): Risk Taking: A Corporate Governance Perspective, International Finance Corporation, New York</li> <li>• Hull, J. C. (2012): Options, Futures, and other Derivatives, 8. Auflage, Pearson Verlag, New York</li> <li>• Albrecht, P.; Maurer, R. (2008): Investment- und Risikomanagement, 3. Auflage, Schäffer-Poeschel Verlag, Stuttgart</li> <li>• Rittenberg, L.; Martens, F. (2012): Understanding and Communicating Risk Appetite, Treadway Commission, Durham</li> </ul>

<b>Lehrveranstaltung L0060: Wasserstofftechnologie</b>	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	2
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Dr. Martin Dornheim
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Energiewirtschaft</li> <li>2. Wasserstoffwirtschaft</li> <li>3. Vorkommen und Eigenschaften von Wasserstoff</li> <li>4. Herstellung von Wasserstoff (aus Kohlenwasserstoffen und durch Elektrolyse)</li> <li>5. Trennung und Reinigung</li> <li>6. Speicherung und Transport von Wasserstoff</li> <li>7. Sicherheit</li> <li>8. Brennstoffzellen</li> <li>9. Projekte</li> </ol>
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Skriptum zur Vorlesung</li> <li>• Winter, Nitsch: Wasserstoff als Energieträger</li> <li>• Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry</li> <li>• Kirk, Othmer: Encyclopedia of Chemical Technology</li> <li>• Larminie, Dicks: Fuel cell systems explained</li> </ul>

## Fachmodule der Vertiefung Energietechnik

Diese Vertiefung, aus welcher drei Module auszuwählen sind, besteht aus Wahlpflichtveranstaltungen, die ein breites Spektrum berufsrelevanter Aspekte der Energietechnik vermitteln. Schwerpunktmäßig konzentriert diese Vertiefung auf die Stromerzeugung aus konventionellen und aus erneuerbaren Energiequellen und berücksichtigt zudem auch die Stromverteilung.

<b>Modul M0742: Wärmetechnik</b>	
<b>Lehrveranstaltungen</b>	
<b>Titel</b>	<b>Typ</b>
Wärmetechnik (L0023)	Vorlesung
Wärmetechnik (L0024)	Hörsaalübung
	<b>SWS</b>
	<b>LP</b>
	3
	5
	1
	1
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Gerhard Schmitz
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Technische Thermodynamik I, II, Strömungsmechanik, Wärmeübertragung
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
<b>Fachkompetenz</b>	<p>Studierende kennen die verschiedenen Energiewandlungsstufen und den Unterschied zwischen einem Wirkungsgrad und einem Nutzungsgrad. Sie verfügen über vertiefte Grundkenntnisse in der Wärme- und Stoffübertragung, insbesondere hinsichtlich der Anwendung im Gebäude- und Fahrzeugbau. Sie sind mit dem Aufbau und dem Inhalt der Energiesparverordnung und weiterer Technischer Regeln vertraut. Sie wissen verschiedene Beheizsysteme in den Bereichen Haushalt und Kleinverbraucher, Gewerbe und Industrie zu unterscheiden und wie ein Beheizungssystem geregelt wird. Sie können für einen Feuerraum ein Modell mit den entsprechenden Wärmeströmen aufstellen und damit zeitliche Temperaturverläufe ermitteln. Sie beherrschen die Grundlagen der Schadstoffbildung bei Brennern von Kleinfeuerungen und wissen, wie Abgase gefahrlos abgeführt werden. Darüber hinaus sind sie mit objektorientierten Modellierungsarten von thermodynamischen Systemen vertraut.</p>
<i>Wissen</i>	
<i>Fertigkeiten</i>	<p>Studierende sind in der Lage, den Wärmebedarf für unterschiedliche Beheizungsaufgaben zu ermitteln und die entsprechenden Komponenten eines Heizungssystems auszulegen. Sie können eine Rohrnetzberechnung durchführen und sind befähigt, einfache Planungsaufgaben unter Einbeziehung von Solarenergie selbstständig durchzuführen. Sie schreiben zur Lösung dynamischer Probleme selbst einfache Modelica-Programme und sind in der Lage, aktuelle Forschungsergebnisse in die Praxis zu übertragen bzw. wissenschaftliche Arbeiten auf dem Gebiet der Wärmetechnik selbstständig durchzuführen.</p>
<b>Personale Kompetenzen</b>	
<i>Sozialkompetenz</i>	<p>Die Studierenden können in Kleingruppen diskutieren und einen Lösungsweg erarbeiten.</p> <p>Studierende sind in der Lage, eigenständig Aufgaben zu definieren, hierfür notwendiges Wissen aufbauend auf dem vermittelten Wissen selbst zu erarbeiten sowie geeignete Mittel zur Umsetzung einzusetzen.</p>

<i>Selbstständigkeit</i>	
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56
<b>Leistungspunkte</b>	6
<b>Prüfung</b>	Klausur
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	60 min
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Bioverfahrenstechnik: Vertiefung A - Allgemeine Bioverfahrenstechnik: Wahlpflicht Energie- und Umwelttechnik: Vertiefung Energietechnik: Wahlpflicht Energietechnik: Vertiefung Energiesysteme: Pflicht Energietechnik: Vertiefung Schiffsmaschinenbau: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Energie- und Umwelttechnik: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Kernqualifikation: Wahlpflicht Regenerative Energien: Kernqualifikation: Pflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Energietechnik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Allgemeine Verfahrenstechnik: Wahlpflicht

<b>Lehrveranstaltung L0023: Wärmetechnik</b>	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	3
<b>LP</b>	5
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 108, Präsenzstudium 42
<b>Studienleistung</b>	keine
<b>Dozenten</b>	Prof. Gerhard Schmitz
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	1. Einleitung 2. Grundlagen der Wärmetechnik 2.1 Wärmeleitung 2.2 Konvektiver Wärmeübergang 2.3. Wärmestrahlung 2.4. Wärmedurchgang 2.5. Verbrennungstechnische Kennzahlen 2.6 Elektrische Erwärmung 2.7 Wasserdampfdiffusion 3. Heizungssysteme 3.1. Warmwasserheizungen 3.2 Anlagen zur Warmwasserbereitung 3.3 Rohrnetzberechnung 3.4 Wärmeerzeuger 3.5 Warmluftheizungen 3.6 Strahlungsheizungen 4 . Wärme- und Wärmebehandlungssysteme 4.1 Industrieöfen 4.2 Schmelzanlagen 4.3 Trocknungsanlagen 4.4 Schadstoffemissionen 4.5 Schornsteinberechnungsverfahren 4.6 Energiemesssysteme 5. Verordnung und Normen 5.1 Gebäude 5.2 Industrielle und gewerbliche Anlagen
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schmitz, G.: Klimaanlage, Skript zur Vorlesung</li> <li>• VDI Wärmeatlas, 11. Auflage, Springer Verlag, Düsseldorf 2013</li> <li>• Herwig, H.; Moschallski, A.: Wärmeübertragung, Vieweg+Teubner Verlag, Wiesbaden 2009</li> <li>• Recknagel, H.; Sprenger, E.; Schrammek, E.-R.: Taschenbuch für Heizung- und Klimatechnik 2013/2014, 76. Auflage, Deutscher Industrieverlag, 2013</li> </ul>

<b>Lehrveranstaltung L0024: Wärmetechnik</b>	
<b>Typ</b>	Hörsaalübung
<b>SWS</b>	1
<b>LP</b>	1
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
<b>Studienleistung</b>	keine
<b>Dozenten</b>	Prof. Gerhard Schmitz
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung
<b>Literatur</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung

## Modul M0511: Stromerzeugung aus Wind- und Wasserkraft

### Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Regenerative Energieprojekte in neuen Märkten (L0014)	Projektseminar	1	1
Wasserkraftnutzung (L0013)	Vorlesung	1	1
Windenergieanlagen (L0011)	Vorlesung	2	3
Windenergienutzung - Schwerpunkt Offshore (L0012)	Vorlesung	1	1

<b>Modulverantwortlicher</b>	Dr. Joachim Gerth
------------------------------	-------------------

<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine
----------------------------------	-------

<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Modul: Thermodynamik I, Modul: Thermodynamik II, Modul: Grundlagen der Strömungsmechanik
---------------------------------	--

<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
---	---

<b>Fachkompetenz</b>	<p><i>Wissen</i></p> <p>Mit Abschluss dieses Moduls können die Studierenden vertieftes Kenntnisse über Windenergieanlagen mit besonderem Fokus der Windenergienutzung unter den Offshore-Bedingungen detailliert erklären und unter Einbeziehung aktueller Problemstellung kritisch dazu Stellung beziehen. Desweiteren sind sie in der Lage die Nutzung der Wasserkraft zur Stromerzeugung grundlegend zu beschreiben. Die Studierenden können das grundsätzliche Vorgehen bei der Umsetzung regenerativer Energieprojekte im außereuropäischen Ausland wiedergeben und erklären.</p> <p>Durch aktive Diskussionen der verschiedenen Themenschwerpunkte innerhalb des Seminars des Moduls verbessern die Studierenden das Verständnis und die Anwendung der theoretischen Grundlagen und sind so in der Lage das Gelernte auf die Praxis zu übertragen.</p> <p><i>Fertigkeiten</i></p> <p>Die Studierenden können mit Abschluss dieses Moduls die erlernten theoretischen Grundlagen auf beispielhafte Wasser- oder Windkraftsysteme anwenden und die sich ergebenden Zusammenhänge bezüglich der Auslegung und des Betriebs dieser Anlagen fachlich einschätzen und beurteilen. Die besondere Verfahrensweise zur Umsetzung erneuerbarer Energieprojekte im außereuropäischen Ausland können sie grundsätzlich mit der in Europa angewendeten Vorgehensweise kritisch vergleichen und auf beispielhafte Projekte theoretisch anwenden.</p>
<b>Personale Kompetenzen</b>	<p><i>Sozialkompetenz</i></p> <p>Die Studierenden können wissenschaftliche Aufgabenstellungen innerhalb eines Seminars fachspezifisch und fachübergreifend diskutieren.</p> <p><i>Selbstständigkeit</i></p> <p>Die Studierenden können sich selbstständig auf Basis der Schwerpunkte des Vorlesungsmaterials Quellen über das Fachgebiet erschließen, dieses zur Nachbereitung der Vorlesung nutzen und sich Wissen aneignen.</p>

<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70
----------------------------------	-------------------------------------

<b>Leistungspunkte</b>	6
------------------------	---

<b>Prüfung</b>	Klausur
----------------	---------

<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	3 Stunden
----------------------------------	-----------

	Bauingenieurwesen: Vertiefung Tragwerke: Wahlpflicht Bauingenieurwesen: Vertiefung Tiefbau: Wahlpflicht
--	--

<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Bauingenieurwesen: Vertiefung Hafenbau und Küstenschutz: Wahlpflicht Energie- und Umwelttechnik: Vertiefung Energietechnik: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Regenerative Energien: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Energie- und Umwelttechnik: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktentwicklung: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktion: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Werkstoffe: Wahlpflicht Regenerative Energien: Kernqualifikation: Pflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Umweltverfahrenstechnik: Wahlpflicht Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Umwelt: Pflicht Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Stadt: Wahlpflicht
---	--

Lehrveranstaltung L0014: Regenerative Energieprojekte in neuen Märkten	
<b>Typ</b>	Projektseminar
<b>SWS</b>	1
<b>LP</b>	1
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
<b>Dozenten</b>	Prof. Andreas Wiese
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Einführung                             <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Entwicklung der erneuerbaren Energien weltweit                                     <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Historie</li> <li>▪ Zukünftige Märkte</li> </ul> </li> <li>◦ Besondere Herausforderungen in neuen Märkten - Übersicht</li> </ul> </li> <li>2. Beispielprojekt Windpark Korea                             <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Übersicht</li> <li>◦ Technische Beschreibung</li> <li>◦ Projektphasen und Besonderheiten</li> </ul> </li> <li>3. Förder- und Finanzierungsinstrumente für EE Projekten in neuen Märkten                             <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Übersicht Fördermöglichkeiten</li> <li>◦ Übersicht Länder mit Einspeisegesetzen</li> <li>◦ Wichtige Finanzierungsprogramme</li> </ul> </li> <li>4. CDM Projekte - Warum, wie, Beispiele                             <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Übersicht CDM Prozess</li> <li>◦ Beispiele</li> <li>◦ Übungsaufgabe CDM</li> </ul> </li> <li>5. Ländliche Elektrifizierung und Hybridsysteme - ein wichtiger Zukunftsmarkt für EE                             <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Ländliche Elektrifizierung - Einführung</li> <li>◦ Typen von Elektrifizierungsprojekten</li> <li>◦ Die Rolle der EE</li> <li>◦ Auslegung von Hybridsystemen</li> <li>◦ Projektbeispiel: Hybridsystem Galapagos Inseln</li> </ul> </li> <li>6. Ausschreibungsverfahren für EE Projekte - Beispiele                             <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Südafrika</li> <li>◦ Brasilien</li> </ul> </li> <li>7. Ausgewählte Projektbeispiele aus der Sicht einer Entwicklungsbank - Wesley Urena Vargas, KfW Entwicklungsbank                             <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Geothermie</li> <li>◦ Wind oder CSP</li> </ul> </li> </ol> <p>Innerhalb des Seminars werden die verschiedenen Themenschwerpunkte aktiv diskutiert und auf verschiedene Anwendungsfälle angewandt.</p>
<b>Literatur</b>	Folien der Vorlesung

Lehrveranstaltung L0013: Wasserkraftnutzung	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	1
<b>LP</b>	1
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
<b>Dozenten</b>	Dr. Stephan Heimerl
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung; Bedeutung der Wasserkraft im nationalen und globalen Kontext</li> <li>• Physikalische Grundlagen: Bernoulli-Gleichung, nutzbare Fallhöhe, hydrologische Grundlagen, Verlustmechanismen, Wirkungsgrade</li> <li>• Einteilung der Wasserkraft: Lauf- und Speicherwasserkraft, Nieder- und Hochdruckanlagen</li> <li>• Aufbau von Wasserkraftanlagen: Darstellung der einzelnen Komponenten und ihres systemtechnischen Zusammenspiels               <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Bautechnische Komponenten; Darstellung von Dämmen, Wehren, Staumauern, Krafthäusern, Rechenanlagen etc.</li> <li>◦ Energietechnische Komponenten: Darstellung der unterschiedlichen Arten der hydraulischen Strömungsmaschinen, der Generatoren und der Netzanbindung</li> </ul> </li> <li>• Wasserkraft und Umwelt</li> <li>• Beispiele aus der Praxis</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schröder, W.; Euler, G.; Schneider, K.: Grundlagen des Wasserbaus; Werner, Düsseldorf, 1999, 4. Auflage</li> <li>• Quaschnig, V.: Regenerative Energiesysteme: Technologie - Berechnung - Simulation; Carl Hanser, München, 2011, 7. Auflage</li> <li>• Giesecke, J.; Heimerl, S.; Mosony, E.: Wasserkraftanlagen Planung, Bau und Betrieb; Springer, Berlin, Heidelberg, 2009, 5. Auflage</li> <li>• von König, F.; Jehle, C.: Bau von Wasserkraftanlagen - Praxisbezogene Planungsunterlagen; C. F. Müller, Heidelberg, 2005, 4. Auflage</li> <li>• Strobl, T.; Zunic, F.: Wasserbau: Aktuelle Grundlagen - Neue Entwicklungen; Springer, Berlin, Heidelberg, 2006</li> </ul>

<b>Lehrveranstaltung L0011: Windenergieanlagen</b>	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	3
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Dr. Rudolf Zellermann
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Historische Entwicklung</li> <li>• Wind: Entstehung, geographische und zeitliche Verteilung, Standorte</li> <li>• Leistungsbeiwert, Rotorschub</li> <li>• Aerodynamik des Rotors</li> <li>• Betriebsverhalten</li> <li>• Leistungsbegrenzung, Teillast, Pitch und Stall, Regelung</li> <li>• Anlagenauswahl, Ertragsprognose, Wirtschaftlichkeit</li> <li>• Exkursion</li> </ul>
<b>Literatur</b>	Gasch, R., Windkraftanlagen, 4. Auflage, Teubner-Verlag, 2005

Lehrveranstaltung L0012: Windenergienutzung - Schwerpunkt Offshore	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	1
<b>LP</b>	1
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
<b>Dozenten</b>	Prof. Martin Skiba
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung , Bedeutung der Offshore-Windstromerzeugung, Besondere Anforderungen an die Offshore-Technik</li> <li>• Physikalische Grundlagen zur Nutzung der Windenergie</li> <li>• Aufbau und Funktionsweise von Offshore-Windenergieanlagen, Vorstellung unterschiedlicher Konzepte von Offshore-Windenergieanlagen, Darstellung der einzelnen Systemkomponenten und deren systemtechnisches Zusammenspiel</li> <li>• Gründungstechnik, Offshore-Baugrunderkundung, Vorstellung unterschiedlicher Konzepte von Offshore-Gründungsstrukturen, Planung und Fabrikation von Gründungsstrukturen</li> <li>• Elektrische Infrastruktur eines Offshore-Windparks, Innerpark-Verkabelung, Offshore-Umspannwerk, Netzanbindung</li> <li>• Installation von Offshore-Windparks, Installationstechniken und Hilfsgeräte, Errichtungslogistik</li> <li>• Entwicklung und Planung eines Offshore-Windparks</li> <li>• Betrieb und Optimierung von Offshore-Windparks</li> <li>• Tagesexkursion</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gasch, R.; Twele, J.: Windkraftanlagen - Grundlagen, Entwurf, Planung und Betrieb; Vieweg + Teubner, Stuttgart, 2007, 7. Auflage</li> <li>• Molly, J. P.: Windenergie - Theorie, Anwendung, Messung; C. F. Müller, Heidelberg, 1997, 3. Auflage</li> <li>• Hau, E.: Windkraftanlagen; Springer, Berlin, Heidelberg, 2008, 4. Auflage</li> <li>• Heier, S.: Windkraftanlagen - Systemauslegung, Integration und Regelung; Vieweg + Teubner, Stuttgart, 2009, 5. Auflage</li> <li>• Jarass, L.; Obermair, G.M.; Voigt, W.: Windenergie: Zuverlässige Integration in die Energieversorgung; Springer, Berlin, Heidelberg, 2009, 2. Auflage</li> </ul>

Modul M0641: Dampferzeuger			
<b>Lehrveranstaltungen</b>			
<b>Titel</b>	<b>Typ</b>	<b>SWS</b>	<b>LP</b>
Dampferzeuger (L0213)	Vorlesung	3	5
Dampferzeuger (L0214)	Hörsaalübung	1	1
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Alfons Kather		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• "Technische Thermodynamik I und II"</li> <li>• "Wärmeübertragung"</li> <li>• "Strömungsmechanik"</li> <li>• "Wärme­kraftwerke"</li> </ul>		
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
<b>Fachkompetenz</b>	<p><i>Wissen</i></p> <p>Studierende kennen die thermodynamischen Grundlagen für und die Bauarten von Dampferzeugern. Sie können die technischen Grundlagen des Dampferzeugers wiedergeben und die Feuerungen sowie die Brennstoffaufbereitung für fossil befeuerte Kraftwerke skizzieren. Sie können wärmetechnische Berechnungen und die Auslegung der Wasser-Dampf-Seite durchführen und die konstruktive Gestaltung des Dampferzeugers definieren. Studierende können das Betriebsverhalten von Dampferzeugern beschreiben und evaluieren, und diese unter Einbeziehung fachangrenzender Kontexte erläutern.</p> <p><i>Fertigkeiten</i></p> <p>Studierende werden in der Lage sein, anhand von vertieften Kenntnissen in der Berechnung, Auslegung und Konstruktion von Dampferzeugern, verknüpft mit einem breiten theoretischen und methodischen Fundament, die Auslegungs- und Konstruktionsmerkmale von Dampferzeugern zu erkennen. Durch das Erkennen und Formalisieren von Problemen, Prozessmodellierung und Beherrschen der Lösungsmethodik von Teilproblemen wird eine Übersicht über diesen Kernbestandteil des Kraftwerks gewonnen.</p> <p>Im Rahmen der Übung gewinnen die Studierenden Fähigkeiten für die Bilanzierung und Dimensionierung des Dampferzeugers sowie dessen Komponenten. Dabei werden kleine realitätsannähernde Aufgaben gelöst, um Aspekte der Auslegung von Dampferzeugern zu veranschaulichen.</p>		
<b>Personale Kompetenzen</b>	<p><i>Sozialkompetenz</i></p> <p>Insbesondere im Rahmen der Übungen wird auf Kommunikation mit der Lehrperson Wert gelegt. Die Studierenden werden somit angeregt über ihr vorhandenes Fachwissen zu reflektieren sowie gezielte Fragen zu stellen, um den eigenen Wissensstand zu verbessern.</p> <p><i>Selbstständigkeit</i></p> <p>Studierende sind fähig mit Hilfe von Hinweisen eigenständig Grundberechnungen für Teilaspekte des Dampferzeugers durchzuführen. Dabei werden die theoretischen und praktischen Kenntnisse aus der Vorlesung fundiert und mögliche Auswirkungen von unterschiedlichen Gestaltungszusammensätzen und Randbedingungen veranschaulicht.</p>		
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
<b>Leistungspunkte</b>	6		
<b>Prüfung</b>	Klausur		

<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	120 Minuten
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Energie- und Umwelttechnik: Vertiefung Energietechnik: Wahlpflicht Energietechnik: Vertiefung Energiesysteme: Wahlpflicht Energietechnik: Vertiefung Schiffsmaschinenbau: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Energie- und Umwelttechnik: Wahlpflicht

<b>Lehrveranstaltung L0213: Dampferzeuger</b>	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	3
<b>LP</b>	5
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 108, Präsenzstudium 42
<b>Studienleistung</b>	In der Vorlesung "Dampferzeuger" werden insgesamt 10 schriftliche Aufgaben im Vorlesungszeitraum zum Stoff der vorangegangenen Vorlesung erteilt (freiwillig, je ca. 5 min). Bei allen bestandenen Aufgaben wird ein Bonus auf der Endnote von maximal 0,3 gewährt.
<b>Dozenten</b>	Prof. Alfons Kather
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Thermodynamische Grundlagen</li> <li>• Technische Grundlagen des Dampferzeugers</li> <li>• Dampferzeugerbauarten</li> <li>• Brennstoffe und Feuerungen</li> <li>• Mahltrocknung</li> <li>• Betriebsweisen</li> <li>• Wärmetechnische Berechnungen</li> <li>• Strömungstechnik für Dampferzeuger</li> <li>• Auslegung der Wasser-Dampf-Seite</li> <li>• Konstruktive Gestaltung</li> <li>• Festigkeitsrechnungen</li> <li>• Speisewasser für Dampferzeuger</li> <li>• Betriebsverhalten von Dampferzeugern</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dolezal, R.: Dampferzeugung. Springer-Verlag, 1985</li> <li>• Thomas, H.J.: Thermische Kraftanlagen. Springer-Verlag, 1985</li> <li>• Steinmüller-Taschenbuch: Dampferzeuger-Technik. Vulkan-Verlag, Essen, 1992</li> <li>• Kakaç, Sadık: Boilers, Evaporators and Condensers. John Wiley &amp; Sons, New York, 1991</li> <li>• Stultz, S.C. and Kitto, J.B. (Ed.): Steam - its generation and use. 40<sup>th</sup> edition, The Babcock &amp; Wilcox Company, Barberton, Ohio, USA, 1992</li> </ul>

<b>Lehrveranstaltung L0214: Dampferzeuger</b>	
<b>Typ</b>	Hörsaalübung
<b>SWS</b>	1
<b>LP</b>	1
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
<b>Dozenten</b>	Prof. Alfons Kather
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung
<b>Literatur</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung

## Modul M1000: Kraft-Wärme-Kopplung und Verbrennungstechnik

### Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Kraft-Wärme-Kopplung und Verbrennungstechnik (L0216)	Vorlesung	3	5
Kraft-Wärme-Kopplung und Verbrennungstechnik (L0220)	Hörsaalübung	1	1

<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Alfons Kather
------------------------------	---------------------

<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine
----------------------------------	-------

<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>"Wärmeleistungswerke"</li> <li>"Technische Thermodynamik I und II"</li> <li>"Wärmeübertragung"</li> <li>"Strömungsmechanik"</li> </ul>
---------------------------------	---

<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
---	---

<b>Fachkompetenz</b>	<p>Studierende kennen die thermodynamischen und chemischen Grundlagen von Verbrennungsprozessen. Anhand von Kenntnissen über die Eigenschaften unterschiedlicher Brennstoffe und der Reaktionskinetik können sie Merkmale über das Verhalten von Vormischflammen und nicht-vorgemischten Flammen ableiten, um die Grundlagen der Feuerraumauslegung bei Gas-, Öl- und Kohlefeuerungen zu beschreiben. Studierende sind ferner in der Lage die NO<sub>x</sub>-Bildung und die NO<sub>x</sub>-Reduktion durch primäre Maßnahmen zu skizzieren sowie gesetzliche Vorschriften und Grenzwerte zu evaluieren.</p>
<i>Wissen</i>	<p>Studierende stellen den Aufbau, die Auslegung und die Wirkungsweise von Kraftwerken mit Wärmeauskopplung dar und können Dampfturbinenheizkraftwerke mit Gegendruckturbinen, Entnahmegegendruckturbinen oder Entnahmekondensationsturbinen, Gasturbinenheizkraftwerke, kombinierte Gas- und Dampfturbinenheizkraftwerke sowie Motorenheizkraftwerke kategorisieren und gegenüberstellen. Studierende erläutern und analysieren ferner Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung Lösungen und beschreiben den Aufbau der dafür benötigten Hauptkomponenten des Kraftwerks. Durch dieses Fachwissen sind sie in der Lage die ökologische Bedeutung der Kraft-Wärme-Kopplung sowie ihre Wirtschaftlichkeit zu beurteilen.</p>
<i>Fertigkeiten</i>	<p>Studierende werden in der Lage sein, anhand von thermodynamischen Berechnungen und der Betrachtung der Reaktionskinetik interdisziplinäre Zusammenhänge in thermodynamischen und chemischen Prozessen bei Verbrennungsvorgängen zu erkennen. Damit sind grundlegende Berechnungen der Verbrennung von gasförmigen, flüssigen und festen Brennstoffen möglich, womit die emittierten Abgase in Mengen und Konzentrationen ermittelt werden.</p> <p>Darüber hinaus werden in diesem Modul der erste Schritt zur Nutzung eines Energieträgers (Verbrennung) sowie Möglichkeiten der Nutzenergiebereitstellung (Strom und Wärme) behandelt. Ein Verständnis beider Vorgänge ermöglicht es den Studierenden, ganzheitliche Betrachtungen der Energienutzung vorzunehmen. Beispiele aus der Praxis, wie die eigene Energieversorgung der TUHH und das Fernwärmenetz in Hamburg, werden verwendet, um die möglichen Potenziale von Kraftanlagen mit ausgekoppelter Wärme zu veranschaulichen.</p> <p>Im Rahmen der Übungen wird den Studierenden zunächst die Fähigkeit vermittelt, Verbrennungsprozesse energetisch und stofflich zu bilanzieren. Zudem erlangen die Studierenden ein tieferes Verständnis der Verbrennungsvorgänge durch die Berechnung von Reaktionskinetiken und die Grundlagen der Brennerauslegung. Zwecks weiterer Analysen von Kraft-Wärme-Kopplungskonzepten lernen die</p>

<p><b>Personale Kompetenzen</b></p> <p><i>Sozialkompetenz</i></p> <p><i>Selbstständigkeit</i></p>	<p>Studierenden die Nutzung der spezialisierten Softwaresuite EBSILON Professional™ kennen. Dabei werden kleine realitätsannähernde Aufgaben selbstständig am PC gelöst, um Aspekte der Auslegung und Bilanzierung von Wärmekreisläufen zu veranschaulichen. Darüber hinaus werden KWK-Technologien in wirtschaftlichem und gesellschaftlichem Umfeld eingeordnet.</p> <p>Insbesondere im Rahmen der Übungen wird auf Kommunikation mit der Lehrperson Wert gelegt. Die Studierenden werden somit angeregt über ihr vorhandenes Fachwissen zu reflektieren sowie gezielte Fragen zu stellen, um den eigenen Wissensstand zu verbessern.</p> <p>Studierende sind fähig mit Hilfe von Hinweisen eigenständig überschlägige Berechnungen durchzuführen. Dabei werden die theoretischen und praktischen Kenntnisse aus den Vorlesungen gefestigt und mögliche Auswirkungen von unterschiedlichen Gestaltungszusammensätzen und Randbedingungen veranschaulicht.</p>
<p><b>Arbeitsaufwand in Stunden</b></p>	<p>Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56</p>
<p><b>Leistungspunkte</b></p>	<p>6</p>
<p><b>Prüfung</b></p>	<p>Klausur</p>
<p><b>Prüfungsdauer und -umfang</b></p>	<p>120 Minuten</p>
<p><b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b></p>	<p>Energie- und Umwelttechnik: Vertiefung Energietechnik: Wahlpflicht                      Energietechnik: Vertiefung Energiesysteme: Pflicht                      Energietechnik: Vertiefung Schiffsmaschinenbau: Wahlpflicht                      Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Energie- und Umwelttechnik: Wahlpflicht                      Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Energietechnik: Wahlpflicht                      Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht</p>

Lehrveranstaltung L0216: Kraft-Wärme-Kopplung und Verbrennungstechnik	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	3
<b>LP</b>	5
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 108, Präsenzstudium 42
<b>Studienleistung</b>	Insgesamt 10 schriftliche Aufgaben im Vorlesungszeitraum zum Inhalt der vorangegangenen Vorlesung (freiwillig, je ca. 5 min). Bei allen bestandenen Aufgaben wird ein Bonus auf der Endnote der Modulprüfung von maximal 0,3 gewährt.
<b>Dozenten</b>	Prof. Alfons Kather
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	<p>In dem Themenbereich von "Kraft-Wärme-Kopplung" werden die folgenden Themen behandelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau, Auslegung und Wirkungsweise von Kraftwerken mit Wärmeauskopplung</li> <li>• Dampfturbinenheizkraftwerke mit Gegendruckturbinen, Entnahmegegendruckturbinen und Entnahmekondensationsturbinen</li> <li>• Gasturbinenheizkraftwerke</li> <li>• Kombinierte Gas- und Dampfturbinenheizkraftwerke</li> <li>• Motorenheizkraftwerke</li> <li>• Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung</li> <li>• Aufbau der Hauptkomponenten</li> <li>• Gesetzliche Vorschriften und Grenzwerte</li> <li>• Ökonomische Bedeutung der KWK und Wirtschaftlichkeitsberechnungen</li> </ul> <p>während der Themenbereich "Verbrennungstechnik" beinhaltet:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Thermodynamische und chemische Grundlagen</li> <li>• Brennstoffe</li> <li>• Reaktionen, Gleichgewichte</li> <li>• Reaktionskinetik</li> <li>• Vormischflammen</li> <li>• Nicht-vorgemischte Flammen</li> <li>• Feuerungen für gasförmige Brennstoffe</li> <li>• Feuerungen für flüssige Brennstoffe</li> <li>• Feuerungen für feste Brennstoffe</li> <li>• Feuerraumauslegung</li> <li>• NO<sub>x</sub>-Minderung</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<p>Bezüglich des Themenbereichs "Kraft-Wärme-Kopplung":</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• W. Piller, M. Rudolph: Kraft-Wärme-Kopplung, VWEW Verlag</li> <li>• Kehlhofer, Kunze, Lehmann, Schüller: Handbuch Energie, Band 7, Technischer Verlag Resch</li> <li>• W. Suttor: Praxis Kraft-Wärme-Kopplung, C.F. Müller Verlag</li> <li>• K.W. Schmitz, G. Koch: Kraft-Wärme-Kopplung, VDI Verlag</li> <li>• K.-H. Suttor, W. Suttor: Die KWK Fibel, Resch Verlag</li> </ul> <p>und für die Grundlagen der "Verbrennungstechnik":</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• J. Warnatz, U. Maas, R.W. Dibble; Technische Verbrennung: physikalisch-chemische Grundlagen, Modellbildung, Schadstoffentstehung. Springer, Berlin [u. a.], 2001</li> </ul>

<b>Lehrveranstaltung L0220: Kraft-Wärme-Kopplung und Verbrennungstechnik</b>	
<b>Typ</b>	Hörsaalübung
<b>SWS</b>	1
<b>LP</b>	1
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
<b>Dozenten</b>	Prof. Alfons Kather
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung
<b>Literatur</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M1235: Elektrische Energiesysteme I			
<b>Lehrveranstaltungen</b>			
<b>Titel</b>	<b>Typ</b>	<b>SWS</b>	<b>LP</b>
Elektrische Energiesysteme I (L1670)	Vorlesung	3	4
Elektrische Energiesysteme I (L1671)	Hörsaalübung	2	2
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Christian Becker		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Grundlagen der Elektrotechnik		
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
<b>Fachkompetenz</b>	Die Studierenden können einen Überblick über die konventionelle und moderne elektrische Energietechnik geben. Technologien der elektrischen Energieerzeugung, -übertragung, -speicherung und -verteilung sowie Integration von Betriebsmitteln können detailliert erläutert und kritisch bewertet werden.		
<i>Wissen</i>			
<i>Fertigkeiten</i>	Mit Abschluss dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage, das erlernte Fachwissen in Aufgabenstellungen zur Auslegung, Integration oder Entwicklung elektrischer Energiesysteme angemessen anzuwenden und die Ergebnisse einzuschätzen und zu beurteilen.		
<b>Personale Kompetenzen</b>	Die Studierenden können fachspezifische und fachübergreifende Diskussionen führen, Ideen weiterentwickeln und ihre eigenen Arbeitsergebnisse vor anderen vertreten.		
<i>Sozialkompetenz</i>			
<i>Selbstständigkeit</i>	Die Studierenden können sich selbstständig Quellen über die Schwerpunkte der Vorlesung erschließen und das darin enthaltene Wissen aneignen.		
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70		
<b>Leistungspunkte</b>	6		
<b>Prüfung</b>	Klausur		
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	90 - 150 Minuten		
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Elektrotechnik: Wahlpflicht Elektrotechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Energie- und Umwelttechnik: Vertiefung Energietechnik: Wahlpflicht Energietechnik: Vertiefung Energiesysteme: Wahlpflicht General Engineering Science (7 Semester): Vertiefung Elektrotechnik: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Ingenieurwissenschaften: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen (Weiterentwicklung): Vertiefung Mathematik & Ingenieurwissenschaften: Wahlpflicht Regenerative Energien: Kernqualifikation: Pflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Energietechnik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L1670: Elektrische Energiesysteme I	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	3
<b>LP</b>	4
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 78, Präsenzstudium 42
<b>Studienleistung</b>	keine
<b>Dozenten</b>	Prof. Christian Becker
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau und Entwicklungstendenzen der elektrischen Energieversorgung</li> <li>• Aufgaben und historische Entwicklung</li> <li>• symmetrische Drehstromsysteme</li> <li>• Grundlagen und Modellierung von Netzen                             <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Leitungen</li> <li>◦ Transformatoren</li> <li>◦ Synchronmaschinen</li> <li>◦ Asynchronmaschinen</li> <li>◦ Lasten und Kompensation</li> <li>◦ Netzaufbau und Schaltanlagen</li> </ul> </li> <li>• Grundlagen der Energieumwandlung                             <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Elektromechanische Energiewandlung</li> <li>◦ Thermodynamische Grundlagen</li> <li>◦ Kraftwerkstechnik</li> <li>◦ Regenerative Energieumwandlung</li> </ul> </li> <li>• Netzberechnung                             <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Netzmodellierung</li> <li>◦ Lastflussrechnung</li> <li>◦ Ausfallkriterium</li> </ul> </li> <li>• Symmetrische Kurzschlussberechnung, Kurzschlussleistung</li> <li>• Netz- und Kraftwerksregelung</li> <li>• Netzschutz</li> <li>• Grundlagen der Netzplanung</li> <li>• Grundlagen der elektrischen Energiewirtschaft und -märkte</li> </ul>
<b>Literatur</b>	K. Heuck, K.-D. Dettmann, D. Schulz: "Elektrische Energieversorgung", Vieweg + Teubner, 9. Auflage, 2013 A. J. Schwab: "Elektroenergiesysteme", Springer, 5. Auflage, 2017 R. Flosdorff: "Elektrische Energieverteilung" Vieweg + Teubner, 9. Auflage, 2008

Lehrveranstaltung L1671: Elektrische Energiesysteme I	
<b>Typ</b>	Hörsaalübung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	2
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
<b>Studienleistung</b>	keine
<b>Dozenten</b>	Prof. Christian Becker
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau und Entwicklungstendenzen der elektrischen Energieversorgung</li> <li>• Aufgaben und historische Entwicklung</li> <li>• symmetrische Drehstromsysteme</li> <li>• Grundlagen und Modellierung von Netzen                             <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Leitungen</li> <li>◦ Transformatoren</li> <li>◦ Synchronmaschinen</li> <li>◦ Asynchronmaschinen</li> <li>◦ Lasten und Kompensation</li> <li>◦ Netzaufbau und Schaltanlagen</li> </ul> </li> <li>• Grundlagen der Energieumwandlung                             <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Elektromechanische Energiewandlung</li> <li>◦ Thermodynamische Grundlagen</li> <li>◦ Kraftwerkstechnik</li> <li>◦ Regenerative Energieumwandlung</li> </ul> </li> <li>• Netzberechnung                             <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Netzmodellierung</li> <li>◦ Lastflussrechnung</li> <li>◦ Ausfallkriterium</li> </ul> </li> <li>• Symmetrische Kurzschlussberechnung, Kurzschlussleistung</li> <li>• Netz- und Kraftwerksregelung</li> <li>• Netzschutz</li> <li>• Grundlagen der Netzplanung</li> <li>• Grundlagen der elektrischen Energiewirtschaft und -märkte</li> </ul>
<b>Literatur</b>	K. Heuck, K.-D. Dettmann, D. Schulz: "Elektrische Energieversorgung", Vieweg + Teubner, 9. Auflage, 2013 A. J. Schwab: "Elektroenergiesysteme", Springer, 5. Auflage, 2017 R. Flosdorff: "Elektrische Energieverteilung" Vieweg + Teubner, 9. Auflage, 2008

## Fachmodule der Vertiefung Umwelttechnik

Diese Vertiefung, aus welcher drei Module auszuwählen sind, besteht aus Wahlpflichtveranstaltungen, die ein breites Spektrum berufsrelevanter Aspekte der Umwelttechnik vermitteln. Schwerpunktartig konzentriert diese Vertiefung auf die Umweltschutztechnologien in den Bereichen Boden, Wasser und Luft. Es wird ein umfangreicher Überblick über technische Lösungen in diesen Bereichen angeboten, um die Absolventinnen und Absolventen für die spätere Berufspraxis des Umweltschutzingenieurs optimal vorzubereiten.

<b>Modul M0830: Environmental Protection and Management</b>	
<b>Lehrveranstaltungen</b>	
<b>Titel</b>	<b>Typ</b>
<b>SWS</b>	<b>LP</b>
Integrierter Umweltschutz (L0502)	Vorlesung
Sicherheits-, Gesundheits- und Umweltmanagement (L0387)	Vorlesung
Sicherheits-, Gesundheits- und Umweltmanagement (L0388)	Gruppenübung
	2      2
	2      3
	1      1
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Ralf Otterpohl
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	None
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Good knowledge in Technologies for Environmental Protection (end-of-pipe, integrated solutions)</li> <li>• Good knowledge of the relevant Environmental Legislation</li> <li>• Basic knowledge of instruments for Environmental Assessment</li> </ul>
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
<b>Fachkompetenz</b>	The students are able to describe the basics of regulations, economic instruments, voluntary initiatives, fundamentals of HSE legislation ISO 14001, EMAS and Responsible Care ISO 14001 requirements. They can analyse and discuss industrial processes, substance cycles and approaches from end-of-pipe technology to eco-efficiency and eco-effectiveness, showing their sound knowledge of complex industry related problems. They are able to judge environmental issues and to widely consider, apply or carry out innovative technical solutions, remediation measures and further interventions as well as conceptual problem solving approaches in the full range of problems in different industrial sectors.
<i>Wissen</i>	
<b>Fertigkeiten</b>	Students are able to assess current problems and situations in the field of environmental protection. They can consider the best available techniques and to plan and suggest concrete actions in a company- or branch-specific context. By this means they can solve problems on a technical, administrative and legislative level.
<i>Fertigkeiten</i>	
<b>Personale Kompetenzen</b>	The students can work together in international groups.
<i>Sozialkompetenz</i>	
<b>Selbstständigkeit</b>	Students are able to organize their work flow to prepare themselves for presentations and contributions to the discussions. They can acquire appropriate knowledge by making enquiries independently.
<i>Selbstständigkeit</i>	

<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70
<b>Leistungspunkte</b>	6
<b>Prüfung</b>	Klausur
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	90 min
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Energie- und Umwelttechnik: Vertiefung Umwelttechnik: Wahlpflicht Environmental Engineering: Kernqualifikation: Pflicht Joint European Master in Environmental Studies - Cities and Sustainability: Vertiefung Wasser: Wahlpflicht Joint European Master in Environmental Studies - Cities and Sustainability: Vertiefung Energie: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktentwicklung: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktion: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Werkstoffe: Wahlpflicht Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Umwelt: Pflicht Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Stadt: Pflicht

Lehrveranstaltung L0502: Integrated Pollution Control	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	2
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Prof. Ralf Otterpohl
<b>Sprachen</b>	EN
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	The lecture focusses on: <ul style="list-style-type: none"> <li>• The Regulatory Framework</li> <li>• Pollution &amp; Impacts, Characteristics of Pollutants</li> <li>• Approaches of Integrated Pollution Control</li> <li>• Sevilla Process, Best Available Technologies &amp; BREF Documents</li> <li>• Case Studies: paper industry, cement industry, automotive industry</li> <li>• Field Trip</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<b>Förstner</b> , Ulrich (1998): Integrated Pollution Control, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, ISBN 978-3-642-80313-0  <b>Shen</b> , Thomas T. (1999): Industrial Pollution Prevention, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, ISBN 978-3-540-65208-3

Lehrveranstaltung L0387: Health, Safety and Environmental Management	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	3
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Hans-Joachim Nau
<b>Sprachen</b>	EN
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Objectives of and benefit from HSE management</li> <li>• From dilution and end-of-pipe technology to eco-efficiency and eco-effectiveness Behaviour control: regulations, economic instruments and voluntary initiatives</li> <li>• Fundamentals of HSE legislation ISO 14001, EMAS and Responsible Care ISO 14001 requirements Environmental performance evaluation Risk management: hazard, risk and safety Health and safety at the workplace</li> <li>• Crisis management</li> </ul>
<b>Literatur</b>	C. Stephan: Industrial Health, Safety and Environmental Management, MV-Verlag, Münster, 2007/2012 (can be found in the library under GTG 315)  Exercises can be downloaded from StudIP

Lehrveranstaltung L0388: Health, Safety and Environmental Management	
<b>Typ</b>	Gruppenübung
<b>SWS</b>	1
<b>LP</b>	1
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
<b>Dozenten</b>	Hans-Joachim Nau
<b>Sprachen</b>	EN
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung
<b>Literatur</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung

## Modul M0902: Abwasserreinigung und Luftreinhaltung

<b>Lehrveranstaltungen</b>			
<b>Titel</b>	<b>Typ</b>	<b>SWS</b>	<b>LP</b>
Biologische Abwasserreinigung (L0517)	Vorlesung	2	3
Technologie der Luftreinhaltung (L0203)	Vorlesung	2	3
<b>Modulverantwortlicher</b>	Dr. Ernst-Ulrich Hartge		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Grundlagen der Biologie und Chemie Grundlagen der Feststoffverfahrenstechnik und der Trenntechnik		
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
<b>Fachkompetenz</b>	Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage,		
<i>Wissen</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>biologische Verfahren der Abwasserbehandlung zu benennen und zu erklären,</li> <li>Abwasser und Schlamm zu charakterisieren,</li> <li>gesetzliche Vorgaben im Bereich der Emission und Immission zu erläutern</li> <li>Verfahren zur Abgasreinigung zu klassieren und deren Einsatzbereich zu benennen</li> </ul>		
<i>Fertigkeiten</i>	Studenten sind in der Lage <ul style="list-style-type: none"> <li>Prozessschritte zur Abwasserbehandlung auszuwählen und auszulegen,</li> <li>Anlagen zur Behandlung in Abhängigkeit der Schadkomponenten zusammenzustellen und auszulegen</li> </ul>		
<b>Personale Kompetenzen</b>			
<i>Sozialkompetenz</i>			
<i>Selbstständigkeit</i>			
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
<b>Leistungspunkte</b>	6		
<b>Prüfung</b>	Klausur		
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	90 min		
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Bioverfahrenstechnik: Vertiefung A - Allgemeine Bioverfahrenstechnik: Wahlpflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Allgemeine Verfahrenstechnik: Wahlpflicht Energie- und Umwelttechnik: Vertiefung Umwelttechnik: Wahlpflicht Environmental Engineering: Vertiefung Abfall und Energie: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Energie- und Umwelttechnik: Wahlpflicht Joint European Master in Environmental Studies - Cities and Sustainability: Vertiefung Wasser: Wahlpflicht Regenerative Energien: Vertiefung Bioenergiesysteme: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Umweltverfahrenstechnik: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Allgemeine Verfahrenstechnik: Wahlpflicht Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Wasser: Wahlpflicht Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Umwelt: Pflicht Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Stadt: Pflicht		

### Lehrveranstaltung L0517: Biologische Abwasserreinigung

<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	3
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
<b>Studienleistung</b>	Keine verpflichtenden Studienleistungen.
<b>Dozenten</b>	Dr. Joachim Behrendt
<b>Sprachen</b>	DE/EN
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	Charakterisierung von Abwasser Stoffwechselltypen von Mikroorganismen Kinetik biologischer Stoffumwandlung Berechnung von Bioreaktoren zur Abwasserreinigung Konzepte in der biologischen Abwasserreinigung Design WWTP Exkursion zur Kläranlage Seevetal Klüsing Biofilme Biofilmreaktoren Anaerobe Verfahren Ressourcen orientierte Sanitärtechnik Zukünftige Herausforderungen in der Abwasserforschung
<b>Literatur</b>	<p><b>Gujer, Willi</b>                      Siedlungswasserwirtschaft : mit 84 Tabellen                      ISBN: 3540343296 (Gb.) URL: <a href="http://www.gbv.de/dms/bs/toc/516261924.pdf">http://www.gbv.de/dms/bs/toc/516261924.pdf</a> URL:  <a href="http://deposit.d-nb.de/cgi-bin/dokserv?id=2842122&amp;prov=M&amp;dok_var=1&amp;dok_ext=htm">http://deposit.d-nb.de/cgi-bin/dokserv?id=2842122&amp;prov=M&amp;dok_var=1&amp;dok_ext=htm</a>                      Berlin [u.a.] : Springer, 2007                      TUB_HH_Katalog</p> <p><b>Henze, Mogens</b>                      Wastewater treatment : biological and chemical processes                      ISBN: 3540422285 (Pp.)                      Berlin [u.a.] : Springer, 2002                      TUB_HH_Katalog</p> <p><b>Imhoff, Karl</b> (Imhoff, Klaus R.;)                      Taschenbuch der Stadtentwässerung : mit 10 Tafeln                      ISBN: 3486263331 ((Gb.))                      München [u.a.] : Oldenbourg, 1999                      TUB_HH_Katalog</p> <p><b>Lange, Jörg</b> (Otterpohl, Ralf; Steger-Hartmann, Thomas;)                      Abwasser : Handbuch zu einer zukunftsfähigen Wasserwirtschaft                      ISBN: 3980350215 (kart.) URL:  <a href="http://www.gbv.de/du/services/agi/52567E5D44DA0809C12570220050BF25/000000700334">http://www.gbv.de/du/services/agi/52567E5D44DA0809C12570220050BF25/000000700334</a>                      Donaueschingen-Pföhlen : Mall-Beton-Verl., 2000                      TUB_HH_Katalog</p> <p><b>Mudrack, Klaus</b> (Kunst, Sabine;)                      Biologie der Abwasserreinigung : 18 Tabellen                      ISBN: 382741427X URL:  <a href="http://www.gbv.de/du/services/agi/94B581161B6EC747C1256E3F005A8143/420000114903">http://www.gbv.de/du/services/agi/94B581161B6EC747C1256E3F005A8143/420000114903</a>                      Heidelberg [u.a.] : Spektrum, Akad. Verl., 2003                      TUB_HH_Katalog</p> <p><b>Tchobanoglous, George</b> (Metcalf &amp; Eddy, Inc., ;)                      Wastewater engineering : treatment and reuse                      ISBN: 0070418780 (alk. paper) ISBN: 0071122508 (ISE (*pbk))                      Boston [u.a.] : McGraw-Hill, 2003                      TUB_HH_Katalog</p> <p><b>Henze, Mogens</b>                      Activated sludge models ASM1, ASM2, ASM2d and ASM3</p>

ISBN: 1900222248  
 London : IWA Publ., 2002  
 TUB\_HH\_Katalog  
**Kunz, Peter**  
 Umwelt-Bioverfahrenstechnik  
 Vieweg, 1992  
**Bauhaus-Universität., Arbeitsgruppe Weiterbildendes Studium Wasser und Umwelt**  
 (Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall, ;)  
 Abwasserbehandlung : Gewässerbelastung, Bemessungsgrundlagen, Mechanische Verfahren, Biologische Verfahren, Reststoffe aus der Abwasserbehandlung, Kleinkläranlagen  
 ISBN: 3860682725 URL: [http://www.gbv.de/dms/weimar/toc/513989765\\_toc.pdf](http://www.gbv.de/dms/weimar/toc/513989765_toc.pdf) URL:  
[http://www.gbv.de/dms/weimar/abs/513989765\\_abs.pdf](http://www.gbv.de/dms/weimar/abs/513989765_abs.pdf)  
 Weimar : Universitätsverl, 2006  
 TUB\_HH\_Katalog  
**Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall**  
 DWA-Regelwerk  
 Hennef : DWA, 2004  
 TUB\_HH\_Katalog  
**Wiesmann, Udo** (Choi, In Su; Dombrowski, Eva-Maria;)  
 Fundamentals of biological wastewater treatment  
 ISBN: 3527312196 (Gb.) URL: [http://deposit.ddb.de/cgi-bin/dokserv?id=2774611&prov=M&dok\\_var=1&dok\\_ext=htm](http://deposit.ddb.de/cgi-bin/dokserv?id=2774611&prov=M&dok_var=1&dok_ext=htm)  
 Weinheim : WILEY-VCH, 2007  
 TUB\_HH\_Katalog

Lehrveranstaltung L0203: Air Pollution Abatement	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	3
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Dr. Ernst-Ulrich Hartge
<b>Sprachen</b>	EN
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	In the lecture methods for the reduction of emissions from industrial plants are treated. At the beginning a short survey of the different forms of air pollutants is given. In the second part physical principals for the removal of particulate and gaseous pollutants form flue gases are treated. Industrial applications of these principles are demonstrated with examples showing the removal of specific compounds, e.g. sulfur or mercury from flue gases of incinerators.
<b>Literatur</b>	Handbook of air pollution prevention and control, Nicholas P. Cheremisinoff. - Amsterdam [u.a.] : Butterworth-Heinemann, 2002 Atmospheric pollution : history, science, and regulation, Mark Zachary Jacobson. - Cambridge [u.a.] : Cambridge Univ. Press, 2002 Air pollution control technology handbook, Karl B. Schnelle. - Boca Raton [u.a.] : CRC Press, c 2002 Air pollution, Jeremy Colls. - 2. ed. - London [u.a.] : Spon, 2002

## Modul M0874: Abwassersysteme

### Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Abwassersysteme - Erfassung, Behandlung und Wiederverwendung (L0934)	Vorlesung	2	2
Abwassersysteme - Erfassung, Behandlung und Wiederverwendung (L0943)	Hörsaalübung	1	1
Physikalische und chemische Abwasserbehandlung (L0357)	Vorlesung	2	2
Physikalische und chemische Abwasserbehandlung (L0358)	Hörsaalübung	1	1

<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Ralf Otterpohl
------------------------------	----------------------

<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine
----------------------------------	-------

<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Kenntnis abwasserwasserwirtschaftlicher Maßnahmenfelder sowie der zentralen Prozesse der Abwasserwasseraufbereitung
---------------------------------	---

<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
---	---

<b>Fachkompetenz</b>	Die Studierenden können die ganze Breite der Anlagentechniken bei siedlungswasserwirtschaftlichen Maßnahmen und deren gegenseitige Abhängigkeit für einen nachhaltigen Gewässerschutz beschreiben. Sie können relevante ökonomische, ökologische und soziale Aspekte wiedergeben.
<i>Wissen</i>	
<i>Fertigkeiten</i>	Studierende können verfügbare Abwasseraufbereitungsverfahren in der Breite der Anwendungen für Vorentwürfe auslegen und erklären, sowohl für kommunale als auch für einige industrielle Anlagen.
<b>Personale Kompetenzen</b>	
<i>Sozialkompetenz</i>	
<i>Selbstständigkeit</i>	Die Studierenden sind in der Lage selbstständig und planvoll ein Thema zu erarbeiten und dieses zu präsentieren.

<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84
----------------------------------	------------------------------------

<b>Leistungspunkte</b>	6
------------------------	---

<b>Prüfung</b>	Klausur
----------------	---------

<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	120 min
----------------------------------	---------

<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Bauingenieurwesen: Vertiefung Tragwerke: Wahlpflicht Bauingenieurwesen: Vertiefung Tiefbau: Wahlpflicht Bauingenieurwesen: Vertiefung Hafengebäudebau und Küstenschutz: Wahlpflicht Bioverfahrenstechnik: Vertiefung A - Allgemeine Bioverfahrenstechnik: Wahlpflicht Energie- und Umwelttechnik: Vertiefung Umwelttechnik: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Energie- und Umwelttechnik: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Verfahrenstechnik und Biotechnologie: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Umweltverfahrenstechnik: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Allgemeine Verfahrenstechnik: Wahlpflicht Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Wasser: Pflicht Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Umwelt: Wahlpflicht Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Stadt: Pflicht
---	---

Lehrveranstaltung L0934: Wastewater Systems - Collection, Treatment and Reuse	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	2
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Prof. Ralf Otterpohl
<b>Sprachen</b>	EN
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Understanding the global situation with water and wastewater</li> <li>•Regional planning and decentralised systems</li>   <li>•Overview on innovative approaches</li> <li>•In depth knowledge on advanced wastewater treatment options for different situations, for end-of-pipe and reuse</li> <li>•Mathematical Modelling of Nitrogen Removal</li> <li>•Exercises with calculations and design</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<p>Henze, Mogens: Wastewater Treatment: Biological and Chemical Processes, Springer 2002, 430 pages</p> <p>George Tchobanoglous, Franklin L. Burton, H. David Stensel: Wastewater Engineering: Treatment and Reuse, Metcalf &amp; Eddy McGraw-Hill, 2004 - 1819 pages</p>

Lehrveranstaltung L0943: Wastewater Systems - Collection, Treatment and Reuse	
<b>Typ</b>	Hörsaalübung
<b>SWS</b>	1
<b>LP</b>	1
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
<b>Dozenten</b>	Prof. Ralf Otterpohl
<b>Sprachen</b>	EN
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung
<b>Literatur</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung

<b>Lehrveranstaltung L0357: Physikalische und chemische Abwasserbehandlung</b>	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	2
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Dr. Joachim Behrendt
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	<p>Überblick über weitergehende Abwasserreinigung</p> <p>Wiederverwendung aufbereiteten kommunalen Abwassers</p> <p>Fällung</p> <p>Flockung</p> <p>Tiefenfiltration</p> <p>Membranverfahren</p> <p>Aktivkohleadsorption</p> <p>Ozonisierung</p> <p>"Advanced Oxidation Processes"</p> <p>Desinfektion</p>
<b>Literatur</b>	<p>Metcalf &amp; Eddy, Wastewater Engineering: Treatment and Reuse, McGraw-Hill, Boston 2003</p> <p>Wassertechnologie, H.H. Hahn, Springer-Verlag, Berlin 1987</p> <p>Membranverfahren: Grundlagen der Modul- und Anlagenauslegung, T. Melin und R. Rautenbach, Springer-Verlag, Berlin 2007</p> <p>Trinkwasserdesinfektion: Grundlagen, Verfahren, Anlagen, Geräte, Mikrobiologie, Chlorung, Ozonung, UV-Bestrahlung, Membranfiltration, Qualitätssicherung, W. Roeske, Oldenbourg-Verlag, München 2006</p> <p>Organische Problemstoffe in Abwässern, H. Gulyas, GFEU, Hamburg 2003</p>

<b>Lehrveranstaltung L0358: Physikalische und chemische Abwasserbehandlung</b>	
<b>Typ</b>	Hörsaalübung
<b>SWS</b>	1
<b>LP</b>	1
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
<b>Studienleistung</b>	Übungsaufgaben: Berechnung von vier Übungsaufgaben in spontan gebildeten Gruppen (ca. 45 Minuten pro Aufgabe).
<b>Dozenten</b>	Dr. Joachim Behrendt
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	<p>Organische Summenparameter</p> <p>Industrieabwasser</p> <p>Verfahren zur Industrieabwasserbehandlung</p> <p>Fällung</p> <p>Flockung</p> <p>Aktivkohleadsorption</p> <p>Refraktäre organische Stoffe</p>
<b>Literatur</b>	<p>Metcalf &amp; Eddy, Wastewater Engineering: Treatment and Reuse, McGraw-Hill, Boston 2003</p> <p>Wassertechnologie, H.H. Hahn, Springer-Verlag, Berlin 1987</p> <p>Membranverfahren: Grundlagen der Modul- und Anlagenauslegung, T. Melin und R. Rautenbach, Springer-Verlag, Berlin 2007</p> <p>Trinkwasserdesinfektion: Grundlagen, Verfahren, Anlagen, Geräte, Mikrobiologie, Chlorung, Ozonung, UV-Bestrahlung, Membranfiltration, Qualitätssicherung, W. Roeske, Oldenbourg-Verlag, München 2006</p> <p>Organische Problemstoffe in Abwässern, H. Gulyas, GFEU, Hamburg 2003</p>

Modul M0857: Geochemical Engineering						
<b>Lehrveranstaltungen</b>						
<b>Titel</b>	<b>Typ</b>	<b>SWS</b>	<b>LP</b>			
Altlasten und Deponierung (L0906)	Vorlesung	2	2			
Altlasten und Deponierung (L0907)	Hörsaalübung	1	2			
Ingenieurgeochemie (L0904)	Vorlesung	2	2			
<b>Modulverantwortlicher</b>	Dr. Joachim Gerth					
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	None					
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Module: General and Inorganic Chemistry, Module: Organic Chemistry, Biology (Basic Knowledge)					
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht					
<b>Fachkompetenz</b>	<p><i>Wissen</i></p> <p>With the completion of this module students acquire profound knowledge of biogeochemical processes, the fate of pollutants in soil and groundwater, and techniques to deposit contaminated waste material. They are able to describe in principle the behaviour of chemicals in the environment. Students can explain and report the approach to remediate contaminated sites.</p> <p><i>Fertigkeiten</i></p> <p>With the completion of this module students can apply the acquired theoretical knowledge to model cases of site pollution and critically assess the situation technically and conceptually. They are able to draw comparisons on different remediation strategies and techniques. Model projects can be devised and treated.</p> <p><b>Personale Kompetenzen</b></p> <p><i>Sozialkompetenz</i></p> <p>Students can discuss technical and scientific tasks within a seminar subject specific and interdisciplinary .</p> <p><i>Selbstständigkeit</i></p> <p>Students can independently exploit sources , acquire the particular knowledge of the subject and apply it to new problems.</p>					
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>				Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70		
<b>Leistungspunkte</b>				6		
<b>Prüfung</b>				Klausur		
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	2 Stunden					
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Energie- und Umwelttechnik: Vertiefung Umwelttechnik: Wahlpflicht Environmental Engineering: Kernqualifikation: Wahlpflicht Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Wasser: Wahlpflicht Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Umwelt: Wahlpflicht Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Stadt: Wahlpflicht					

Lehrveranstaltung L0906: Contaminated Sites and Landfilling	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	2
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Dr. Joachim Gerth, Dr. Marco Ritzkowski
<b>Sprachen</b>	EN
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	<p>The part Contaminated Sites gives an introduction into different scales of pollution and identifies key pollutants. Geochemical attenuation mechanisms and the role of organisms are highlighted affecting the fate of pollutants in leachate and groundwater. Techniques for site characterization and remediation are discussed including economical aspects.</p> <p>The part Landfilling is introduced by discussing fundamental aspects and the worldwide situation of waste management. The lecture highlights transformation processes in landfill bodies, emissions of gases and leachate, and the long-term behaviour of landfill sites with measures of aftercare.</p>
<b>Literatur</b>	<p>1 ) <b>Waste Management.</b> Bernd Bilitewski; Georg Härdtle; Klaus Marek (Eds.), ISBN: 9783540592105 , Springer Verlag Lehrbuchsammlung der TUB, Signatur USH-305</p> <p>2) <b>Solid Waste Technology and Management.</b> Thomas Christensen (Ed.), ISBN: 978-1-4051-7517-3 , Wiley Verlag Lesesaal 2: US - Umweltschutz, Signatur USH-332</p> <p>3 ) <b>Natural attenuation of fuels and chlorinated solvents in the subsurface.</b> Todd H. Wiedemeier(Ed.), ISBN: 0471197491 Lesesaal 2: US - Umweltschutz, Signatur USH-844</p>

Lehrveranstaltung L0907: Contaminated Sites and Landfilling	
<b>Typ</b>	Hörsaalübung
<b>SWS</b>	1
<b>LP</b>	2
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14
<b>Dozenten</b>	Dr. Joachim Gerth, Dr. Marco Ritzkowski
<b>Sprachen</b>	EN
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung
<b>Literatur</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung

<b>Lehrveranstaltung L0904: Geochemical Engineering</b>	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	2
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
<b>Studienleistung</b>	keine
<b>Dozenten</b>	Dr. Joachim Gerth
<b>Sprachen</b>	EN
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	As an introduction cases are presented in which geochemical engineering was used to solve environmental problems. Environmentally important minerals are discussed and methods for their detection. It is demonstrated how solution equilibria can be modified to eliminate elevated concentrations of unwanted species in solution and how carbon dioxide concentration affects pH and the dissolution of carbonate minerals. Modifications of redox conditions, pH, and electrolyte concentration are shown to be effective tools for controlling the mobility and fate of hazardous species in the environment.
<b>Literatur</b>	<b>Geochemistry, groundwater and pollution.</b> C. A. J. Appelo; D. Postma Leiden [u.a.] Balkema 2005 Lehrbuchsammlung der TUB, Signatur GWC-515

## Modul M0519: Partikeltechnologie und Feststoffverfahrenstechnik

<b>Lehrveranstaltungen</b>			
<b>Titel</b>	<b>Typ</b>	<b>SWS</b>	<b>LP</b>
Partikeltechnologie II (L0051)	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung	1	1
Partikeltechnologie II (L0050)	Vorlesung	2	2
Praktikum Partikeltechnologie II (L0430)	Laborpraktikum	3	3
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Stefan Heinrich		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Grundkenntnisse der Partikeltechnologie und Feststoffverfahrenstechnik, Kenntnis der grundlegenden Verfahren		
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
<b>Fachkompetenz</b>	Die Studierenden sind nach Abschluss des Moduls in der Lage, basierend auf der Kenntnis der Mikroprozesse auf Partikelebene die Prozesse der Feststoffverfahrenstechnik sehr detailliert zu beschreiben und zu erläutern.		
<i>Wissen</i>			
<b>Fertigkeiten</b>	Die Studenten sind in der Lage, die notwendigen Verfahren und Apparate zur gezielten Prozessierung von Feststoffen in Abhängigkeit von den spezifischen Partikeleigenschaften auszuwählen, zu modifizieren und zu modellieren		
<i>Fertigkeiten</i>			
<b>Personale Kompetenzen</b>	Die Studierenden sind in der Lage Aufgaben im Bereich der Feststoffverfahrenstechnik in kleinen Gruppen zu bearbeiten und die gesammelten Ergebnisse anschließend mündlichen zu präsentieren. Die Studierenden sind befähigt, fachliches Wissen mit wissenschaftlichen Kollegen zu diskutieren.		
<i>Sozialkompetenz</i>			
<b>Selbstständigkeit</b>	Studierende sind dazu in der Lage Fragestellungen in der Partikeltechnologie selbstständig und in kleinen Gruppen zu analysieren und zu lösen.		
<i>Selbstständigkeit</i>			
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84		
<b>Leistungspunkte</b>	6		
<b>Prüfung</b>	Klausur		
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	120 Minuten		
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Bioverfahrenstechnik: Vertiefung A - Allgemeine Bioverfahrenstechnik: Wahlpflicht Bioverfahrenstechnik: Vertiefung B - Industrielle Bioverfahrenstechnik: Wahlpflicht Energie- und Umwelttechnik: Vertiefung Umwelttechnik: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Verfahrenstechnik und Biotechnologie: Wahlpflicht Materialwissenschaft: Vertiefung Nano- und Hybridmaterialien: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Kernqualifikation: Pflicht		

Lehrveranstaltung L0051: Partikeltechnologie II	
<b>Typ</b>	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
<b>SWS</b>	1
<b>LP</b>	1
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
<b>Studienleistung</b>	Eine PBL-Aufgabe wird zu Beginn des Semesters über StudIP zur Verfügung gestellt. Die Aufgabe kann während des Semesters freiwillig unter wöchentlicher Betreuung eines Tutors selbstständig erarbeitet werden. Durch die Präsentation der Ergebnisse anhand eines Posters an einem gemeinsamen Termin können 5 - 10 Punkte Bonuspunkte für die Klausur (insg. ca. 100 Punkte) erhalten werden.
<b>Dozenten</b>	Prof. Stefan Heinrich
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung
<b>Literatur</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung

Lehrveranstaltung L0050: Partikeltechnologie II	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	2
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Prof. Stefan Heinrich
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Übung in Form von "Project based Learning": selbstständiges Lösen von Problemstellungen der Feststoffverfahrenstechnik</li> <li>• Kontaktkräfte, interpartikuläre Kräfte</li> <li>• vertiefte Behandlung von Kornzerkleinerung</li> <li>• CFD Methoden zur Beschreibung von Fluid/Feststoffströmungen, Euler/Euler-Methode, Discrete Particle Modeling</li> <li>• Behandlung von Problemen mit verteilten Stoffeigenschaften, Lösung von Populationsbilanzen</li> <li>• Fließschemasimulation von Feststoffprozessen</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<p>Schubert, H.; Heidenreich, E.; Liepe, F.; Neeße, T.: Mechanische Verfahrenstechnik. Deutscher Verlag für die Grundstoffindustrie, Leipzig, 1990.</p> <p>Stieß, M.: Mechanische Verfahrenstechnik I und II. Springer Verlag, Berlin, 1992.</p>

Lehrveranstaltung L0430: Praktikum Partikeltechnologie II	
<b>Typ</b>	Laborpraktikum
<b>SWS</b>	3
<b>LP</b>	3
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 48, Präsenzstudium 42
<b>Studienleistung</b>	Verpflichtender Praktikumsbericht: fünf Berichte (pro Versuch ein Bericht) à 5-10 Seiten.
<b>Dozenten</b>	Prof. Stefan Heinrich
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fluidisation</li> <li>• Agglomeration</li> <li>• Granulation</li> <li>• Trocknung</li> <li>• Bestimmung der mechanische Eigenschaften von Agglomeraten</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<p>Schubert, H.; Heidenreich, E.; Liepe, F.; Neeße, T.: Mechanische Verfahrenstechnik. Deutscher Verlag für die Grundstoffindustrie, Leipzig, 1990.</p> <p>Stieß, M.: Mechanische Verfahrenstechnik I und II. Springer Verlag, Berlin, 1992.</p>

## Modul M0619: Abfallbehandlungstechnologien

<b>Lehrveranstaltungen</b>			
<b>Titel</b>	<b>Typ</b>	<b>SWS</b>	<b>LP</b>
Abfall- und Umweltchemie (L0328)	Laborpraktikum	2	2
Biologische Abfallbehandlung (L0318)	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung	3	4
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Kerstin Kuchta		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	chemische und biologische Grundkenntnisse		
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
<b>Fachkompetenz</b>	Ziel ist der Erwerb von Kenntnissen zur Planung von biologischen Abfallbehandlungsverfahren. Die Studierenden können Techniken der anaeroben und aeroben Abfallbehandlung detailliert beschreiben, unterschiedliche Designs von Abluftbehandlung für biologische Abfallbehandlungsverfahren erläutern und abfallanalytischen Verfahren und Versuche erläutern.		
<i>Wissen</i>			
<i>Fertigkeiten</i>	Die Studierenden beherrschen die technische Auslegung sowie die kritische Bewertung von Techniken sowie der Qualitätskontrolle bzw. Messung von Abfallbehandlungsanlagen. Die Studierenden können relevante Literatur und Daten zu gegebenen Fragestellungen auswählen und bewerten sowie zusätzlich Untersuchungen bzw. Versuche planen und durchführen.		
<i>Personale Kompetenzen</i>	Die Studierenden sind in der Lage, Ergebnisse zu präsentieren und sachlich zu diskutieren.		
<i>Sozialkompetenz</i>	Die Studierenden können wissenschaftliche Aufgabenstellungen fachspezifisch und fachübergreifend diskutieren, gemeinsame Lösungen in Kleingruppen entwickeln sowie ihre eigenen Arbeitsergebnissen vor Kommilitonen vertreten.		
<i>Selbstständigkeit</i>	Sie können fachlich konstruktives Feedback an Kommilitonen geben und mit Rückmeldungen zu ihren eigenen Leistungen umgehen.		
<i>Selbstständigkeit</i>	Die Studierenden können selbstständig Quellen aus Literatur und Geschäfts- oder Versuchsberichten recherchieren und erschließen, sich das darin enthaltene Wissen aneignen und auf das jeweilige Projekt transformieren. Sie sind fähig, in Rücksprache mit Lehrenden oder der Zwischenpräsentation ihren jeweiligen Lernstand konkret zu beurteilen und auf dieser Basis weitere Fragestellungen für die Lösungen der notwendigen Arbeitsschritte zu definieren.		
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70		
<b>Leistungspunkte</b>	6		
<b>Prüfung</b>	Referat		
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	Ausarbeitung und Präsentation (15-25 Minuten in Gruppen)		
	Bauingenieurwesen: Vertiefung Tragwerke: Wahlpflicht Bauingenieurwesen: Vertiefung Tiefbau: Wahlpflicht Bauingenieurwesen: Vertiefung Hafenanbau und Küstenschutz: Wahlpflicht Bauingenieurwesen: Vertiefung Wasser und Verkehr: Wahlpflicht Energie- und Umwelttechnik: Vertiefung Umwelttechnik: Wahlpflicht		

<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Environmental Engineering: Kernqualifikation: Pflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Energie- und Umwelttechnik: Wahlpflicht Joint European Master in Environmental Studies - Cities and Sustainability: Vertiefung Energie: Wahlpflicht Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Stadt: Wahlpflicht Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Umwelt: Wahlpflicht
---	--

Lehrveranstaltung L0328: Abfall- und Umweltchemie	
<b>Typ</b>	Laborpraktikum
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	2
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Prof. Kerstin Kuchta
<b>Sprachen</b>	DE/EN
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	<p>Die Studierenden werden in Gruppen aufgeteilt. Jede Gruppe bereitet ein Protokoll für jeden durchgeführten Versuch vor, das danach im Rahmen einer Nachbesprechung und Diskussion der Ergebnisse als Bewertungsbasis für die Gruppe sowie die einzelnen Studierenden dient.</p> <p>An manchen Versuchen sind Präsentationen des Versuchsverlaufs und der Ergebnisse vorgesehen, mit anschließender Diskussion zwecks kritischer Ergebnisbewertung.</p> <p>Versuche sind zum Beispiel:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Siebversuche,</li> <li>Fos/Tac</li> <li>AAS</li> <li>Heizwert</li> </ul>
<b>Literatur</b>	Scripte

Lehrveranstaltung L0318: Biological Waste Treatment	
<b>Typ</b>	Projekt-/problembasierte LehrveranstaltungLehrveranstaltung
<b>SWS</b>	3
<b>LP</b>	4
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 78, Präsenzstudium 42
<b>Dozenten</b>	Prof. Kerstin Kuchta
<b>Sprachen</b>	EN
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Introduction</li> <li>2. biological basics</li> <li>3. determination process specific material characterization</li> <li>4. aerobic degradation ( Composting, stabilization)</li> <li>5. anaerobic degradation (Biogas production, fermentation)</li> <li>6. Technical layout and process design</li> <li>7. Flue gas treatment</li> <li>8. Plant design practical phase</li> </ol>
<b>Literatur</b>	

# Thesis

## Modul M-002: Masterarbeit

### Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
<b>Modulverantwortlicher</b>	Professoren der TUHH		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Laut ASPO § 21 (1):</li> </ul> <p>Es müssen mindestens 60 Leistungspunkte im Studiengang erworben worden sein. Über Ausnahmen entscheidet der Prüfungsausschuss.</p>		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	keine		
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
<b>Fachkompetenz</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können das Spezialwissen (Fakten, Theorien und Methoden) ihres Studienfaches sicher zur Bearbeitung fachlicher Fragestellungen einsetzen.</li> <li>• Die Studierenden können in einem oder mehreren Spezialbereichen ihres Faches die relevanten Ansätze und Terminologien in der Tiefe erklären, aktuelle Entwicklungen beschreiben und kritisch Stellung beziehen.</li> <li>• Die Studierenden können eine eigene Forschungsaufgabe in ihrem Fachgebiet verorten, den Forschungsstand erheben und kritisch einschätzen.</li> </ul>		
<i>Wissen</i>			
<b>Fachkompetenz</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden sind in der Lage, für die jeweilige fachliche Problemstellung geeignete Methoden auszuwählen, anzuwenden und ggf. weiterzuentwickeln.</li> <li>• Die Studierenden sind in der Lage, im Studium erworbenes Wissen und erlernte Methoden auch auf komplexe und/oder unvollständig definierte Problemstellungen lösungsorientiert anzuwenden.</li> <li>• Die Studierenden können in ihrem Fachgebiet neue wissenschaftliche Erkenntnisse erarbeiten und diese kritisch beurteilen.</li> </ul>		
<i>Fertigkeiten</i>			
<b>Personale Kompetenzen</b>	<p>Studierende können</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• eine wissenschaftliche Fragestellung für ein Fachpublikum sowohl schriftlich als auch mündlich strukturiert, verständlich und sachlich richtig darstellen.</li> <li>• in einer Fachdiskussion Fragen fachkundig und zugleich adressatengerecht beantworten und dabei eigene Einschätzungen überzeugend vertreten.</li> </ul>		
<i>Sozialkompetenz</i>			
	<p>Studierende sind fähig,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ein eigenes Projekt in Arbeitspakete zu strukturieren und abzuarbeiten.</li> <li>• sich in ein teilweise unbekanntes Arbeitsgebiet des Studiengangs vertieft einzuarbeiten und dafür benötigte Informationen zu erschließen.</li> </ul>		

<i>Selbstständigkeit</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Techniken des wissenschaftlichen Arbeitens umfassend in einer eigenen Forschungsarbeit anzuwenden.</li> </ul>
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 900, Präsenzstudium 0
<b>Leistungspunkte</b>	30
<b>Prüfung</b>	Abschlussarbeit
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	laut ASPO
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	<p>Bauingenieurwesen: Abschlussarbeit: Pflicht                      Bioverfahrenstechnik: Abschlussarbeit: Pflicht                      Chemical and Bioprocess Engineering: Abschlussarbeit: Pflicht                      Computer Science: Abschlussarbeit: Pflicht                      Elektrotechnik: Abschlussarbeit: Pflicht                      Energie- und Umwelttechnik: Abschlussarbeit: Pflicht                      Energietechnik: Abschlussarbeit: Pflicht                      Environmental Engineering: Abschlussarbeit: Pflicht                      Flugzeug-Systemtechnik: Abschlussarbeit: Pflicht                      Global Innovation Management: Abschlussarbeit: Pflicht                      Informatik-Ingenieurwesen: Abschlussarbeit: Pflicht                      Informatik-Ingenieurwesen (Weiterentwicklung): Abschlussarbeit: Pflicht                      Information and Communication Systems: Abschlussarbeit: Pflicht                      International Production Management: Abschlussarbeit: Pflicht                      Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Abschlussarbeit: Pflicht                      Joint European Master in Environmental Studies - Cities and Sustainability: Abschlussarbeit: Pflicht                      Logistik, Infrastruktur und Mobilität: Abschlussarbeit: Pflicht                      Materialwissenschaft: Abschlussarbeit: Pflicht                      Mathematical Modelling in Engineering: Theory, Numerics, Applications: Abschlussarbeit: Pflicht                      Mechanical Engineering and Management: Abschlussarbeit: Pflicht                      Mechatronics: Abschlussarbeit: Pflicht                      Medizingenieurwesen: Abschlussarbeit: Pflicht                      Microelectronics and Microsystems: Abschlussarbeit: Pflicht                      Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Abschlussarbeit: Pflicht                      Regenerative Energien: Abschlussarbeit: Pflicht                      Schiffbau und Meerestechnik: Abschlussarbeit: Pflicht                      Ship and Offshore Technology: Abschlussarbeit: Pflicht                      Theoretischer Maschinenbau: Abschlussarbeit: Pflicht                      Verfahrenstechnik: Abschlussarbeit: Pflicht                      Wasser- und Umweltingenieurwesen: Abschlussarbeit: Pflicht</p>