



## **Modulhandbuch**

Master of Science

# **Regenerative Energien**

Kohorte: Wintersemester 2017

Stand: 29. August 2018

---

---

## Inhaltsverzeichnis

---

---

Inhaltsverzeichnis	2
Studiengangsbeschreibung	3
Fachmodule der Kernqualifikation	6
Modul M0508: Strömungsmechanik und Meeresenergie	6
Modul M0523: Betrieb & Management	9
Modul M0524: Nichttechnische Ergänzungskurse im Master	10
Modul M1294: Bioenergie	13
Modul M1235: Elektrische Energiesysteme I	19
Modul M1303: Energieprojekte und ihre Bewertung	22
Modul M1309: Auslegung und Bewertung regenerativer Energiesysteme	28
Modul M0511: Stromerzeugung aus Wind- und Wasserkraft	31
Modul M0512: Solarenergienutzung	37
Modul M0513: Systemaspekte regenerativer Energien	41
Modul M1308: Modellierung und technische Auslegung von Bioraffinerieprozessen	45
Modul M0742: Wärmetechnik	49
Fachmodule der Vertiefung Bioenergiesysteme	52
Modul M0520: Holzbereitstellung und -verarbeitung	52
Modul M1343: Fibre-polymer-composites	54
Modul M0518: Waste and Energy	56
Modul M0896: Bioprocess and Biosystems Engineering	59
Modul M0749: Abfallbehandlung und Feststoffverfahrenstechnik	65
Modul M0902: Abwasserreinigung und Luftreinhaltung	68
Modul M0900: Ausgewählte Prozesse der Feststoffverfahrenstechnik	71
Modul M1424: Integration Erneuerbarer Energien	74
Fachmodule der Vertiefung Solare Energiesysteme	78
Modul M0932: Prozessmesstechnik	78
Modul M0643: Optoelectronics I - Wave Optics	82
Modul M1287: Risikomanagement, Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie	84
Modul M1343: Fibre-polymer-composites	88
Modul M0515: Energieinformationssysteme und Elektromobilität	90
Modul M0540: Transport Processes	93
Modul M1424: Integration Erneuerbarer Energien	97
Fachmodule der Vertiefung Windenergiesysteme	101
Modul M1133: Hafenlogistik	101
Modul M0527: Marine Bodentechnik	104
Modul M1132: Maritimer Transport	107
Modul M1343: Fibre-polymer-composites	109
Modul M1287: Risikomanagement, Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie	111
Modul M0515: Energieinformationssysteme und Elektromobilität	115
Modul M1424: Integration Erneuerbarer Energien	118
Modul M0528: Maritime Technik und Offshore-Windkraftparks	122
Thesis	126
Modul M-002: Masterarbeit	126



# **Modulhandbuch**

Master

# **Regenerative Energien**

Kohorte: Wintersemester 2017

Stand: 29. August 2018

---

---

## **Studiengangsbeschreibung**

---

---

### **Inhalt**

In den letzten Jahrzehnten haben der Energieverbrauch und die damit verbundenen anthropogenen Umweltauswirkungen stetig zu- und die (gefühlte) Versorgungssicherheit zunehmend abgenommen. Und es ist

zu erwarten, dass diese Entwicklung zukünftig weitergeht. Eine verstärkte Nutzung regenerativer Energien - und damit von Wasserkraft, Windenergie und Solarstrahlung sowie Biomasse und Geothermie - im Strom-, Wärme- und Kraftstoffmarkt kann zur Lösung dieser Herausforderungen wesentlich beitragen.

Mit Abschluss dieses Masters "Regenerative Energien" sind die Absolvent/innen befähigt, die Möglichkeiten und Grenzen einer Energiebereitstellung für den Wärme-, Strom- und Kraftstoffmarkt aus den regenerativen Energiequellen Sonne, Erdwärme sowie Planetengravitation und -bewegung zu erläutern und zu beurteilen - und das primär aus technischer, aber auch aus ökonomischer und ökologischer Sicht. Sie können über die physikalische und chemische Charakteristik des regenerativen Energieangebots einen Überblick geben, haben die grundlegenden technischen Nutzungsprinzipien verstanden und können die daraus resultierenden technischen und technologischen Anforderungen an die entsprechende Konversionsanlagentechnik einschätzen. Auch können die Absolvent/innen die anlagen- und systemtechnischen sowie die ökonomischen und ökologischen Grundlagen der einzelnen Optionen zur Nutzung des regenerativen Energieangebots bewerten. Sie haben einen Überblick über Aspekte der Einbindung von Anlagen und Systemen auf der Basis regenerativer Energien ins vorhandene Energiesystem - sowohl in Deutschland als auch im außereuropäischen Ausland. Außerdem können sie Fragen der Energiespeicherung und der Entwicklung regenerativer Energieprojekte mit Expert/innen diskutieren. Dieses Fachwissen und die damit in Verbindung stehenden Fertigkeiten befähigen die Absolvent/innen, auch zu aktuellen Themen der Energiewirtschaft fundiert und ideologiefrei Stellung zu beziehen. Durch dieses Masterstudium sind sie qualifiziert, Interessenten fachlich zu beraten oder eigenständig Fragestellungen und Ziele für neue anwendungs- oder forschungsorientierte Aufgaben zu formulieren.

Eine weitergehende fachliche Vertiefung innerhalb dieses Masters auf die regenerativen Energiesysteme Biomasse, Solar oder Wind ist möglich. Damit vermittelt der Studiengang umfassende Kenntnisse zu praktisch allen Optionen zur Nutzung des erneuerbaren Energieangebots, deren Nutzung im Energiesystem - unter Berücksichtigung der bereits vorhandenen Strukturen - und ausgewählter damit zusammenhängender technischer, ökonomischer und ökologischer Aspekte.

## Berufliche Perspektiven

Ein erfolgreicher Abschluss des Master-Studienganges "Regenerative Energien" ermöglicht den Absolventinnen und Absolventen führende Positionen im ingenieurwissenschaftlichen Arbeitsmarkt. Typische Tätigkeitsfelder finden sich bei Energieversorgern, Planungsbüros, Projektentwicklern sowie bei Fachbehörden in der Erneuerbare-Energien-Industrie. Des Weiteren besteht die Möglichkeit der Aufnahme einer Tätigkeit als wissenschaftlicher Mitarbeiter mit dem Ziel einer Promotion.

## Lernziele

Die Absolventinnen und Absolventen des Master-Studienganges "Regenerative Energien" sind in der Lage, ihr im Studium erworbenes ingenieur- und naturwissenschaftliches Wissen in die Praxis zu übertragen und dort - wenn nötig - selbstständig zu erweitern. Sie können Probleme mit wissenschaftlichen Methoden analysieren und zu einer ingenieurtechnischen Lösung führen, auch wenn die Probleme „offen“ oder unvollständig definiert sind. Sie sind zu selbständigem Arbeiten in der Energietechnik und in angrenzenden Disziplinen befähigt und können die für die Lösung technischer und konzeptioneller Fragestellungen benötigten Methoden und Verfahren sowie neue Erkenntnisse anwenden, kritisch hinterfragen und weiterentwickeln. Die Absolventinnen und Absolventen sind ferner qualifiziert, Entwürfe für anspruchsvolle Vorhaben im Bereich der "Regenerative Energien" mit einem Schwerpunkt auf

- Windenergie,
- Photovoltaik,
- Wasserkraft,
- Meeresenergie,
- Biomasse und
- Geothermie

zu erarbeiten und diese unter Berücksichtigung erforderlicher Abklärungen und Prüfung vorhandener

Informationen zu planen.

## Studiengangsstruktur

Die fachlichen Inhalte des Masters gliedern sich innerhalb der folgenden Struktur wie folgt:

- Module der Kernqualifikation (62 ECTS):
  - technische Grundlagen der Nutzung der regenerativen Energien,
  - Projektbewertung, Wirtschaftlichkeit und Nachhaltigkeit,
  - elektrische Energietechnik
  - nichttechnische Ergänzungskurse,
- Fachmodule der Vertiefungsrichtungen (28 ECTS),
  - Bioenergiesysteme,
  - Solare Energiesysteme,
  - Windenergiesysteme,
- die Master-Arbeit (30 ECTS).

Die Wahl einer Vertiefungsrichtung ist obligatorisch. Innerhalb einer Vertiefungsrichtung kann und muss im Rahmen der vorgeschriebenen ECTS-Punktzahl von 28 ECTS aus einem Wahlpflicht-Katalog ausgewählt werden.

Um trotz individueller Freiräume bei der Auswahl der Lehrveranstaltungen innerhalb der Vertiefungsrichtung ein ausgewogenes Verhältnis von formalen und praktischen Lehrinhalten im Theorie- und Anwendungsbereich des Curriculums zu gewährleisten, sind Veranstaltungen der Kernqualifikation im Umfang von 50 ECTS obligatorisch für alle Studierenden.

Weitere Spielräume bei der individuellen Gestaltung des Studienplanes und Verknüpfungsansätze von technischen und betriebswirtschaftlichen Wissen bieten die nichttechnischen Ergänzungskurse und die Kurse im Bereich Betrieb und Management, die aus dem Gesamtkatalog der TUHH im Umfang von 12 ECTS gewählt werden können.

Den verbleibenden Teil des Curriculums macht die Master-Arbeit mit einem Anteil von 25 % aus.

Anmerkung: Innerhalb der Vertiefungsrichtung „Solare Energiesysteme“ haben Studierende die Möglichkeit ein Auslandssemester an der „University of Jordan“ in Amman, Jordanien, gefördert zu bekommen. Innerhalb dieses Auslandsaufenthaltes sollen zusätzliche Module im Bereich „Solare Energiesysteme“ belegt werden, deren Leistungspunkte an TUHH nach Absprache anerkannt werden.

## Fachmodule der Kernqualifikation

Innerhalb der Kernqualifikation des Masters "Regenerative Energien" erlangen die Studierenden Kenntnisse über die Möglichkeiten und Grenzen einer Energiebereitstellung aus den verschiedenen regenerativen Energiequellen für den Wärme-, Strom- und Kraftstoffmarkt.

Die Grundlage dafür bilden - aufbauend auf den Lehrveranstaltungen der konsekutiven Bachelorstudiengänge - weiterführende und anwendungsbezogene Lehrveranstaltungen im Bereich Elektrotechnik, Thermodynamik und Strömungsmechanik.

Den Grundlagen folgend werden die verschiedenen Nutzungsprinzipien des regenerativen Energieangebots und die daraus resultierenden Anforderungen an die entsprechende Konversionsanlagentechnik primär aus technischer Sicht vorgestellt. Vermittelte Kenntnisse werden nichtsdestotrotz auch in ökonomischen und ökologischen Bezug gebracht, um so die Einbindung von Anlagen und Systemen auf der Basis regenerativer Energien in vorhandene Energiesysteme - sowohl in Deutschland als auch im außereuropäischen Ausland - bewerten zu können. Auch werden in dem Zusammenhang Arten der Energiespeicherung vermittelt und diskutiert.

Innerhalb des Moduls "Projekte und ihre Bewertung" werden die nicht-technischen Gesichtspunkte zur Durchführung von Projekten insbesondere im Bereich der erneuerbaren Energien betrachtet, umso fachliche Grundlagen in der rechtlichen und energiewirtschaftlichen Umsetzung zu schaffen.

<b>Modul M0508: Strömungsmechanik und Meeresenergie</b>	
<b>Lehrveranstaltungen</b>	
<b>Titel</b>	<b>Typ</b>
Energie aus dem Meer (L0002)	Vorlesung
Strömungsmechanik II (L0001)	Vorlesung
	<b>SWS</b>
	<b>LP</b>
	2
	2
	4
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Michael Schlüter
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Mathematik I-III Grundlagen der Strömungsmechanik
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
<b>Fachkompetenz</b>	
<i>Wissen</i>	Studierende können verschiedene Anwendungen der Strömungsmechanik in der Vertiefungsrichtungsrichtung Regenerative Energien beschreiben. Sie können die Grundlagen der Strömungsmechanik der Anwendung in der Meeresenergie 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, empirische Lösungen, numerische Methoden) zur Verfügung stehen.
<i>Fertigkeiten</i>	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.
<b>Personale Kompetenzen</b>	
<i>Sozialkompetenz</i>	Die Studierenden können die vorgegebene Aufgabenstellungen in Kleingruppen diskutieren und einen gemeinsamen Lösungsweg erarbeiten. Sie sind in der Lage, eine Aufgabenstellung aus dem Fachgebiet im Team zu bearbeiten, die Ergebnisse in

<i>Selbstständigkeit</i>	Form eines Posters darzustellen und im Rahmen einer Posterpräsentation zu präsentieren.
	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.
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56
<b>Leistungspunkte</b>	6
<b>Prüfung</b>	Klausur
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	3h
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Energietechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Regenerative Energien: Wahlpflicht Regenerative Energien: Kernqualifikation: Pflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Energietechnik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht

Lehrveranstaltung L0002: Energie aus dem Meer	
<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. Moustafa Abdel-Maksoud
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Einführung in die Umwandlung von Energie aus dem Meer</li> <li>2. Welleneigenschaften                         <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Lineare Wellentheorie</li> <li>◦ Nichtlineare Wellentheorie</li> <li>◦ Irreguläre Wellen</li> <li>◦ Wellenenergie</li> <li>◦ Refraktion, Reflexion und Diffraktion von Wellen</li> </ul> </li> <li>3. Wellenkraftwerke                         <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Übersicht der verschiedenen Technologien</li> <li>◦ Auslegungs- und Berechnungsverfahren</li> </ul> </li> <li>4. Meeresströmungskraftwerke</li> </ol>
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cruz, J., Ocean wave energy, Springer Series in Green Energy and Technology, UK, 2008.</li> <li>• Brooke, J., Wave energy conversion, Elsevier, 2003.</li> <li>• McCormick, M.E., Ocean wave energy conversion, Courier Dover Publications, USA, 2013.</li> <li>• Falnes, J., Ocean waves and oscillating systems, Cambridge University Press, UK, 2002.</li> <li>• Charlier, R. H., Charles, W. F., Ocean energy. Tide and tidal Power. Berlin, Heidelberg, 2009.</li> <li>• Clauss, G. F., Lehmann, E., Östergaard, C., Offshore Structures. Volume 1, Conceptual Design. Springer-Verlag, Berlin 1992</li> </ul>

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 M0523: Betrieb & Management

<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>	<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>Wissen</i>	
<i>Fertigkeiten</i>	
<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 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
World Market for Agricultural Commodities (L1769)	Vorlesung	1	1
Zukunftsfähige Mobilität (L0010)	Vorlesung	2	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 82, Präsenzstudium 98		
<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 Energietechnik: Vertiefung Energiesysteme: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Regenerative Energien: Wahlpflicht Regenerative Energien: Kernqualifikation: Pflicht 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

Lehrveranstaltung L1767: Thermische Biomassenutzung	
<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 L1769: World Market for Agricultural Commodities	

<b>WS</b>	Vorlesung
<b>LP</b>	1
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
<b>Dozenten</b>	Thomas Mielke
<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 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.                  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.                  Rapidly rising population, primarily the number of people considered "middle class" in the years ahead.                  Higher disposable income will trigger changing diets in favour of vegetable oils and livestock products.                  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?                  The myth and the realities of palm oil in the world of today and tomorrow.                  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</p>

	become more productive and successful, thus improving the standard of living of smallholders.
<b>Literatur</b>	Lecture material

<b>Lehrveranstaltung L0010: Zukunftsfähige Mobilität</b>	
<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. Karsten Wilbrand
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Globale Megatrends und zukünftige Herausforderungen der Energieversorgung</li> <li>• Energieszenarien bis 2060 und Bedeutung für den Mobilitätssektor</li> <li>• Nachhaltiger Luft-, Schiffs-, Schienen und Strassenverkehr</li> <li>• Entwicklungen bei Fahrzeug- und Antriebs-Technologie</li> <li>• Überblick Heutige Kraftstoffe (Produktion und Einsatz)</li> <li>• Biokraftstoffe der 1. und 2. Generation (Verfügbarkeit, Produktion, Verträglichkeit)</li> <li>• Erdgas (GTL, CNG, LNG)</li> <li>• Elektromobilität mit Batterie und Wasserstoff-Brennstoffzelle</li> <li>• Well-to-Wheel CO2 Analysen der verschiedenen Optionen</li> <li>• Rechtlicher Rahmen für Personen und Güterverkehr</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eigene Unterlagen</li> <li>• Veröffentlichungen</li> <li>• Fachliteratur</li> </ul>

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 Energietechnik: Vertiefung Energiesysteme: Wahlpflicht General Engineering Science (7 Semester): Vertiefung Elektrotechnik: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Ingenieurwissenschaften: Wahlpflicht Regenerative Energien: Kernqualifikation: Pflicht		

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>◦ Synchrongeneratoren</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>• Bordnetzstrukturen</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>• Unsymmetrische Kurzschlussberechnung                             <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ symmetrische Komponenten</li> <li>◦ Berechnung unsymmetrischer Fehler</li> </ul> </li> <li>• Netz- und Kraftwerksregelung</li> <li>• Isolationskoordination und Schutzmaßnahmen</li> <li>• Grundlagen der Netzplanung</li> <li>• Grundlagen der elektrischen Energiewirtschaft und -märkte</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<p>K. Heuck, K.-D. Dettmann, D. Schulz: "Elektrische Energieversorgung", Vieweg + Teubner, 9. Auflage, 2014</p> <p>A. J. Schwab: "Elektroenergiesysteme", Springer, 3. Auflage, 2012</p> <p>R. Flosdorff: "Elektrische Energieverteilung" Vieweg + Teubner, 9. Auflage, 2005</p>

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>◦ Synchrongeneratoren</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>• Bordnetzstrukturen</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>• Unsymmetrische Kurzschlussberechnung                             <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ symmetrische Komponenten</li> <li>◦ Berechnung unsymmetrischer Fehler</li> </ul> </li> <li>• Netz- und Kraftwerksregelung</li> <li>• Isolationskoordination und Schutzmaßnahmen</li> <li>• Grundlagen der Netzplanung</li> <li>• Grundlagen der elektrischen Energiewirtschaft und -märkte</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<p>K. Heuck, K.-D. Dettmann, D. Schulz: "Elektrische Energieversorgung", Vieweg + Teubner, 9. Auflage, 2014</p> <p>A. J. Schwab: "Elektroenergiesysteme", Springer, 3. Auflage, 2012</p> <p>R. Flosdorff: "Elektrische Energieverteilung" Vieweg + Teubner, 9. Auflage, 2005</p>

## Modul M1303: Energieprojekte und ihre Bewertung

### Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Entwicklung regenerativer Energieprojekte (L0003)	Vorlesung	2	2
Nachhaltigkeitsmanagement (L0007)	Vorlesung	2	2
Wirtschaftlichkeit einer regenerativen Energiebereitstellung (L0005)	Vorlesung	1	1
Wirtschaftlichkeit einer regenerativen Energiebereitstellung (L0006)	Projektseminar	1	1

**Modulverantwortlicher** Prof. Martin Kaltschmitt

**Zulassungsvoraussetzungen** Keine

**Empfohlene Vorkenntnisse** Umweltbewertung

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

**Fachkompetenz**

Mit Abschluss dieses Moduls können die Studierenden die Vorgehensweise der Planung und Entwicklung von Projekten zur Nutzung regenerativer Energien beschreiben und auch die gesonderte Beachtung der wirtschaftlichen und rechtlichen Aspekte dabei erläutern.

*Wissen* Die Lehrinhalte der einzelnen Themenschwerpunkte des Moduls werden anwendungsbezogen vermittelt; die Studierenden können diese somit u.a. in Berufszweigen der Beratung oder Betreuung von Energieprojekten auf unterschiedliche Fragestellungen anwenden.

*Fertigkeiten* Die Studierenden können mit Abschluss dieses Moduls die erlernten theoretischen Grundlagen zur Vorgehensweise bei der Entwicklung erneuerbarer Energieprojekte auf beispielhafte Energieprojekte anwenden und die sich ergebenden Zusammenhänge unter besonderer Berücksichtigung der wirtschaftlichen und rechtlichen Voraussetzungen fachlich und konzeptionell einschätzen und beurteilen.

*Fertigkeiten* Sie können als Basis zur Auslegung erneuerbarer Energiesysteme die Nachfrage nach thermischer und/oder elektrischer Energie auf betrieblicher und regionaler Ebene analysieren und dem folgend mögliche Energiesysteme auswählen und dimensionieren.

*Fertigkeiten* Zur Bewertung der Nachhaltigkeitsaspekte von erneuerbaren Energieprojekten können die Studierenden in diesem Zusammenhang die richtige Methodik in Abhängigkeit der Fragestellung auswählen, diskutieren und kritisch Stellung dazu beziehen.

*Fertigkeiten* Durch aktive Diskussionen der verschiedenen Themenschwerpunkte innerhalb der Seminare und Übungen 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.

**Personale Kompetenzen**

*Sozialkompetenz* Die Studierenden können wissenschaftliche Aufgabenstellungen zur Wirtschaftlichkeit erneuerbarer Energieprojekte in einer personenstarken Gruppe bearbeiten und zeitlich und fachlich organisieren. Sie können fachspezifische und fachübergreifende Diskussionen führen und dem folgend die Leistung der Kommilitonen einschätzen und mit Rückmeldungen zu ihren eigenen Leistungen umgehen. Desweiteren sind die Studierenden in der Lage ihre Gruppenergebnisse von anderen zu vertreten.

*Sozialkompetenz* Die Studierenden können sich zur Aufarbeitung der Vorlesungsinhalte und zur Lösung der Aufgaben zur wirtschaftlichen Einschätzung erneuerbarer Energieprojekte selbstständig Quellen über das jeweilige Fachgebiet erschließen und sich das darin

<i>Selbstständigkeit</i>	enthaltene Wissen aneignen. Auf dieser Basis sind sie in der Lage eigenständig Berechnungsmethoden zur Lösung der Aufgaben zur wirtschaftlichen Einschätzung erneuerbarer Energieprojekte zu erfüllen und veranstaltungsübergreifende Zusammenhänge zu erkennen. Durch die durch Lehrende angeleitete Berechnungen können die Studierenden eigenständig Ihren Wissenstand erkennen.
<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>	Regenerative Energien: Kernqualifikation: Pflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Umweltverfahrenstechnik: Wahlpflicht

Lehrveranstaltung L0003: Entwicklung regenerativer Energieprojekte	
<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>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entwicklung von regenerativen Energieprojekten: von der Analyse der Gegebenheiten vor Ort bis zum fertigen Energieprojekt: welche Stufen müssen durchlaufen werden, um ein erfolgreiches regeneratives Energieprojekt zu realisieren und welche Einflussgrößen müssen beachtet werden</li> <li>• Erhebung der Energienachfrage; Methoden zur Erhebung der Nachfrage nach thermischer und/oder elektrischer Energie auf betrieblicher und regionaler Ebene bis hin zu Erarbeitung eines Energiemasterplans.</li> <li>• Systemtechnik regenerativer Energien: wie passen die einzelnen Optionen zur Nutzung regenerativer Energien vor dem Hintergrund einer bestimmten zur deckenden Versorgungsaufgabe am besten zusammen? Wie können unter bestimmten Bedingungen ideale Kombinationen aussehen?</li> <li>• Machbarkeitsstudie; Anforderungen an und Inhalte in einer Machbarkeitsstudie</li> <li>• Gesetzlicher Rahmen zur Anlagenerrichtung; Darstellung der Genehmigungsrechte einschließlich der gesamten formalen Vorgehensweise bei den unterschiedlichen Genehmigungsverfahren im Rahmen der BImSch-Gesetzgebung; weitergehende gesetzliche Vorgaben (u. a. Baurecht, Wasserecht, Lärm etc.)</li> <li>• Gesellschaftsformen; welche Gesellschaftsformen bieten sich für welchen Anwendungsfall am besten an? Wo liegen die Vor- und Nachteile?</li> <li>• Risikomanagement; wie können die Risiken von regenerativen Energieprojekten am besten bestimmt werden? Wie kann eine Risikominimierung sichergestellt werden?</li> <li>• Versicherungen; welche Versicherungen gibt es? Wofür braucht man Versicherungen? Welche Voraussetzungen müssen erfüllt werden, um bestimmte Versicherungen für bestimmte regenerative Energieprojekte zu bekommen für die Bau- und Betriebsphase?</li> <li>• Akzeptanz; wie kann die Akzeptanz für eine Anlage zur Nutzung regenerativer Energien vor Ort bewertet und verbessert werden? Wie kann sie gemessen werden?</li> <li>• Organisation der Realisierung eines Projektes; wie wird der Bau einer Anlage zur Nutzung regenerativer Energien nach Abschluss der Planung organisiert?</li> <li>• Abnahme; Welche Abnahmestufen werden durchlaufen bis zum regulären Dauerbetrieb (VOB-Abnahme, sicherheitstechnische Abnahme, Abnahme durch Genehmigungsbehörde)</li> <li>• Beispiele; gute und weniger gute Beispiele einer Projektentwicklung</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Script zur Vorlesung mit Literaturhinweisen</li> </ul>

Lehrveranstaltung L0007: Nachhaltigkeitsmanagement	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	2
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
<b>Studienleistung</b>	Diskussionsleitung: Die Studierenden werden aufgefordert, freiwillig Diskussionsthemen für einen Themenschwerpunkt einer Vorlesungseinheit vorzubereiten und diese Diskussion dann jeweils zu moderieren. Dabei können Bonuspunkte für die Klausur gesammelt werden.
<b>Dozenten</b>	Dr. Anne Rödl
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	<p>Die Vorlesung Nachhaltigkeitsmanagement soll einen Einblick in die verschiedenen Aspekte und Dimensionen der Nachhaltigkeit geben. Diese Inhalte der Vorlesung bauen auf den Grundlagen der Umweltbewertung auf; der vorherige Besuch der Vorlesung Umweltbewertung ist daher empfohlen. Verschiedene Bewertungsansätze für die Bewertung ökologischer, ökonomischer und sozialer Aspekte werden vorgestellt. Deren Anwendung und Nutzung für ein Nachhaltigkeitsmanagement wird direkt an kurzen Technikbeispielen erläutern und später umfassend anhand von Fallbeispiele dargestellt.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in das Thema der Nachhaltigkeit</li> <li>• Dimensionen der Nachhaltigkeit:                         <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Ökologie</li> <li>◦ Ökonomie</li> <li>◦ Soziales</li> </ul> </li> <li>• Übergang von der Umweltbewertung zur Nachhaltigkeitsmanagement</li> <li>• Fallbeispiele</li> <li>• Exkursion</li> </ul> <p>Ziel: Ziel der Veranstaltung ist es, Methoden für die Bewertung von Nachhaltigkeitsaspekten zu erlernen und für das Nachhaltigkeitsmanagement anzuwenden.</p>
<b>Literatur</b>	<p>Engelfried, J. (2011) Nachhaltiges Umweltmanagement. München: Oldenbourg Verlag. 2. Auflage</p> <p>Corsten H., Roth S. (Hrsg.) (2011) Nachhaltigkeit - Unternehmerisches Handeln in globaler Verantwortung. Wiesbaden: Gabler Verlag.</p>

Lehrveranstaltung L0005: Wirtschaftlichkeit einer regenerativen Energiebereitstellung	
<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. Andreas Wiese
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung: Definitionen; Bedeutung der Kosten- und Wirtschaftlichkeitsrechnung für Projekte im Bereich "Regenerative Energien"; Preise und Kosten; Wirtschaftlichkeit von Energiesystemen versus Wirtschaftlichkeit von einzelnen Projekten</li> <li>• Kostenschätzungen und Kostenberechnungen                         <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Definitionen,</li> <li>◦ Kostenberechnung,</li> <li>◦ Kostenschätzung,</li> <li>◦ Berechnung von Kosten für Bereitstellung von Arbeit und Leistung,</li> <li>◦ Kostenübersichten für regenerative Energietechnologien,</li> <li>◦ Speicher: Kostenübersichten; Einfluss auf die Kosten erneuerbarer Energieprojekte</li> </ul> </li> <li>• Wirtschaftlichkeitsrechnung                         <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Definitionen,</li> <li>◦ Methoden: statische Verfahren, dynamische Verfahren (z. B. LCOE (levelised cost of electricity)),</li> <li>◦ Betriebswirtschaftliche versus volkswirtschaftliche Betrachtung,</li> <li>◦ Leistung und Arbeit bei der Wirtschaftlichkeitsrechnung,</li> <li>◦ Speicher und ihr Einfluss auf die Wirtschaftlichkeitsrechnung</li> </ul> </li> <li>• Der Due Diligence Prozess als Begleiter der Wirtschaftlichkeitsanalyse</li> <li>• Berücksichtigung von Unsicherheiten bei Projekten zur Nutzung erneuerbarer Energien                         <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Definitionen,</li> <li>◦ Technische Unsicherheiten,</li> <li>◦ Kostenunsicherheiten,</li> <li>◦ Sonstige Unsicherheiten</li> </ul> </li> <li>• Projektfinanzierung                         <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Definitionen,</li> <li>◦ Projekt- versus Unternehmensfinanzierung,</li> <li>◦ Finanzierungsmodelle,</li> <li>◦ Eigenkapitalquote, DSCR,</li> <li>◦ Behandlung von Risiken in der Projektfinanzierung</li> </ul> </li> <li>• Fördermöglichkeiten für erneuerbare Energieprojekte                         <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Mögliche Förderansätze,</li> <li>◦ Gesetzliche Vorgaben in Deutschland (EEG),</li> <li>◦ Emissionshandel und Emissionszertifikate</li> </ul> </li> </ul>
<b>Literatur</b>	Script der Vorlesung

<b>Lehrveranstaltung L0006: Wirtschaftlichkeit einer regenerativen Energiebereitstellung</b>	
<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>	WiSe
<b>Inhalt</b>	<p>Berechnung von Aufgaben zur Bewertung der Wirtschaftlichkeit eines erneuerbaren Energieprojektes, mit dem Ziel die komplexe Kenntnisse der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung und Marktanalyse zu vertiefen. Bearbeitung erfolgt sowohl einzeln als auch in kleineren Gruppen. Folgende Themen werden behandelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stat. und dyn. Wirtschaftlichkeitsberechnung</li> <li>• Kostenschätzung plus stat. und dyn. Wirtschaftlichkeitsberechnung</li> <li>• Sensitivitätsanalyse</li> <li>• Kuppelproduktion</li> <li>• Grid Parity Berechnung</li> </ul> <p>Innerhalb des Seminars werden die verschiedenen Aufgabenstellungen aktiv diskutiert und auf verschiedene Anwendungsfälle angewandt.</p>
<b>Literatur</b>	Skript der Vorlesung

## Modul M1309: Auslegung und Bewertung regenerativer Energiesysteme

<b>Lehrveranstaltungen</b>			
<b>Titel</b>	<b>Typ</b>	<b>SWS</b>	<b>LP</b>
Erneuerbare Energien im Energiesystem (L0137)	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung	2	2
Stromerzeugung aus regenerativen Energien (L0046)	Seminar	2	2
Wärmeerzeugung aus regenerativen Energien (L0045)	Seminar	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><i>Wissen</i></p> <p>Die Studierende können aktuellen Frage- und Problemstellungen aus dem Gebiet der regenerativer Energien beschreiben und Aspekte in Bezug zur Bereitstellung von Wärme oder Strom durch unterschiedliche erneuerbare Technologien erklären, erläutern und technisch, ökonomisch und ökologisch bewerten</p> <p><i>Fertigkeiten</i></p> <p>Die Studierenden sind in der Lage zur Lösung wissenschaftlicher Probleme im Bereich der Strom- und Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energiequellen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• das bereits erlernte Fachwissen modulübergreifend auf verschiedene Anwendungsfälle anzuwenden</li> <li>• auch bei unvollständiger Datenbasis alternative Eingangsdaten zur Lösung der Aufgabenstellung abzuwägen (technische, ökonomische, ökologische Parameter)</li> <li>• die Arbeitsergebnissen durch Ausarbeitung einer schriftlichen Arbeit, durch die Präsentation eines Vortrags und der Verteidigung der Inhalte systematische zu dokumentieren.</li> </ul>		
<b>Personale Kompetenzen</b>	<p><i>Sozialkompetenz</i></p> <p>Die Studierenden können</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• im Team von circa 2-3 Personen zusammenarbeiten,</li> <li>• wissenschaftliche Aufgabenstellungen zur Auslegung und Potentialanalyse von Systemen zur Strom- und Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien fachspezifische und fachübergreifende diskutieren und gemeinsame Lösungen entwickeln,</li> <li>• ihre eigenen Arbeitsergebnissen vor Kommilitonen vertreten und</li> <li>• die Leistungen der Kommilitonen im Vergleich zu Ihrer eigenen Leistung einschätzen und mit Rückmeldungen zu ihrem eigenen Leistungen umgehen.</li> </ul> <p><i>Selbstständigkeit</i></p> <p>Die Studierenden können sich selbstständig Quellen über die zu bearbeitende Fragestellung erschließen, sich das darin enthaltene Wissen aneignen. Sie sind fähig in Rücksprache mit Lehrenden ihren jeweiligen Lernstand konkret zu beurteilen und auf dieser Basis weitere Fragestellungen und für die Lösung notwendigen Arbeitsschritte zu definieren.</p>		
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84		
<b>Leistungspunkte</b>	6		
<b>Prüfung</b>	Schriftliche Ausarbeitung		
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	je Lehrveranstaltung ca. 20 Minuten Vortrag + schriftliche Ausarbeitung		
	Bioverfahrenstechnik: Vertiefung A - Allgemeine Bioverfahrenstechnik: Wahlpflicht		

<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Allgemeine Verfahrenstechnik: Wahlpflicht Regenerative Energien: Kernqualifikation: Pflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Umweltverfahrenstechnik: Wahlpflicht
---	--

<b>Lehrveranstaltung L0137: Erneuerbare Energien im Energiesystem</b>	
<b>Typ</b>	Projekt-/problembasierte LehrveranstaltungLehrveranstaltung
<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/EN
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	<p>Die Vorlesung ist aufbauend auf den Vorlesungen "Stromerzeugung aus regenerativen Energien" und "Wärmeerzeugung aus regenerativen Energien".</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorbesprechung mit Diskussion der Spielregeln</li> <li>• Ausgabe der Themen aus dem Bereich <b>der erneuerbaren Energietechnik in Form einer Ausschreibung von Ingenieurdienstleistungen</b> an eine Gruppen von Studierenden (je nach Anzahl der teilnehmenden Studierenden)</li> <li>• <b>"Ausschreibungen" beschäftigen sich mit Aspekten der Auslegung, Kostenberechnung sowie der ökologischen, ökonomischen und technischen Bewertung von verschiedenen Energieerzeugungskonzepten (z. B. Onshore-Windstromerzeugung, groß-technische Photovoltaik-Stromerzeugung, Biogaserzeugung, geothermischer Strom- und Wärmeerzeugung) unter ganz speziellen Gegebenheiten</b></li> <li>• Abgabe eines schriftlichen Lösungsansatz zur Aufgabenstellung und Verteilung an die Teilnehmer durch den Studierenden / die Gruppe von Studierenden</li> <li>• Vortrag des bearbeiteten Themas (20 min) mit PPT-Präsentation und anschließende Diskussion (ca. 20 min)</li> <li>• Teilnahmepflicht bei allen Seminaren</li> </ul>
<b>Literatur</b>	Eigenständiges Literaturstudium in der Bibliothek und aus anderen Quellen.

Lehrveranstaltung L0046: Stromerzeugung aus regenerativen Energien	
<b>Typ</b>	Seminar
<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/EN
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorbesprechung mit Diskussion der Seminarspielregeln</li> <li>• Ausgabe der Themen aus dem Bereich des Seminarthemas an einzelne Studierende / Gruppen von Studierenden (je nach Anzahl der teilnehmenden Studierenden)</li> <li>• Abgabe einer 5-seitigen Zusammenfassung des Seminarthemas und Verteilung an die Teilnehmer durch den Studierenden / die Gruppe von Studierenden</li> <li>• Vortrag des bearbeiteten Themas (30 min) mit PPT-Präsentation und anschließende Diskussion (ca. 20 min)</li> <li>• Teilnahmepflicht bei allen Seminaren</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eigenständiges Literaturstudium in der Bibliothek und aus anderen Quellen.</li> </ul>

Lehrveranstaltung L0045: Wärmeerzeugung aus regenerativen Energien	
<b>Typ</b>	Seminar
<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/EN
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorbesprechung mit Diskussion der Seminarspielregeln</li> <li>• Ausgabe der Themen aus dem Bereich des Seminarthemas an einzelne Studierende / Gruppen von Studierenden (je nach Anzahl der teilnehmenden Studierenden)</li> <li>• Abgabe einer 5-seitigen Zusammenfassung des Seminarthemas und Verteilung an die Teilnehmer durch den Studierenden / die Gruppe von Studierenden</li> <li>• Vortrag des bearbeiteten Themas (30 min) mit PPT-Präsentation und anschließende Diskussion (ca. 20 min)</li> <li>• Teilnahmepflicht bei allen Seminaren</li> </ul>
<b>Literatur</b>	Eigenständiges Literaturstudium in der Bibliothek und aus anderen Quellen.

## 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>

Lehrveranstaltung L0011: Windenergieanlagen	
<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 M0512: Solarenergienutzung

### Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
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

<b>Lehrveranstaltung L0021: Brennstoffzellen, Batterien und Gasspeicher: Neue Materialien für die Energieerzeugung und -speicherung</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 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

<b>Lehrveranstaltung L0025: Tiefe Geothermie</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. 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 M1308: Modellierung und technische Auslegung von Bioraffinerieprozessen

<b>Lehrveranstaltungen</b>			
Titel	Typ	SWS	LP
Bioraffinerien - Technische Auslegung und Optimierung (L1832)	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung	2	3
CAPE bei Energieprojekten (L0022)	Projektierungskurs	2	3
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Martin Kaltschmitt		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Bachelor-Abschluss in Verfahrenstechnik, Bioverfahrenstechnik oder Energie- und Umwelttechnik		
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
<b>Fachkompetenz</b>	<p>Studierende können nach der Teilnahme an der Veranstaltung einen verfahrenstechnischen Prozess umfassend auslegen. Dazu gehören die Erstellung von Massen- und Energiebilanzen, die Auslegung verfahrenstechnischer Apparate, die Festlegung von Messtechniken und Regelkreisen für die einzelnen Apparate sowie die Modellierung des Gesamtprozesses.</p> <p>Des Weiteren können sie die Grundlagen zur allgemeinen Vorgehensweise bei der Bearbeitung von Modellierungsaufgaben, insbesondere mit ASPEN PLUS® und ASPEN CUSTOM MODELER® beschreiben.</p> <p>Die Studierenden sind in der Lage zur Lösung von Simulations- und Anwendungsaufgaben der erneuerbaren Energietechnik:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• modulübergreifende Lösungsansätze zur Auslegung und Darstellung von Produktionsprozessen</li> <li>• auch bei unvollständiger Information in der zu bearbeitenden Aufgabe alternative Eingangsparameter abzuwägen,</li> <li>• die Arbeitsergebnisse durch Ausarbeitung einer schriftlichen Arbeit, durch die Präsentation eines Vortrags und der Verteidigung der Inhalte systematische zu dokumentieren.</li> </ul> <p>Sie können die ASPEN PLUS® and ASPEN CUSTOM MODELER® zur Modellierung energetischer Systeme anwenden und die Simulationslösung bewerten.</p> <p>Durch aktive Diskussionen der verschiedenen Themenschwerpunkte innerhalb der Seminare und Übungen 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>		
<b>Personale Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden können</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• im Team von circa 2-3 Personen zusammenarbeiten,</li> <li>• wissenschaftliche Aufgabenstellungen zur Auslegung von Prozessen fachspezifisch und fachübergreifend diskutieren und gemeinsame Lösungen entwickeln,</li> <li>• ihre eigenen Arbeitsergebnissen vor Kommilitonen vertreten und</li> </ul> <p>die Leistungen der Kommilitonen im Vergleich zu Ihrer eigenen Leistung einschätzen und mit Rückmeldungen zu ihrem eigenen Leistungen umgehen.</p> <p>Die Studierenden können sich selbstständig Quellen über die zu bearbeitende Fragestellung erschließen, sich das darin enthaltene Wissen aneignen. Sie sind fähig in Rücksprache mit Lehrenden ihren jeweiligen Lernstand konkret zu beurteilen und</p>		
<b>Sozialkompetenz</b>			

<i>Selbstständigkeit</i>	dieser Basis weitere Fragestellungen und für die Lösung notwendigen Arbeitsschritte zu definieren.
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56
<b>Leistungspunkte</b>	6
<b>Prüfung</b>	Schriftliche Ausarbeitung
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	je Lehrveranstaltung ca. 20 Minuten Vortrag + schriftliche Ausarbeitung
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Bioverfahrenstechnik: Vertiefung A - Allgemeine Bioverfahrenstechnik: Wahlpflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Allgemeine Verfahrenstechnik: Wahlpflicht Regenerative Energien: Kernqualifikation: Pflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Umweltverfahrenstechnik: Wahlpflicht

Lehrveranstaltung L1832: Bioraffinerien - Technische Auslegung und Optimierung	
<b>Typ</b>	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung Lehrveranstaltung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	3
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Dr. Oliver Lüdtko
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	<p><b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b>                      Prozess- und Anlagentechnik I und II</p> <p>Thermische Grundoperationen</p> <p>Wärme- und Stoffübertragung</p> <p>Strömungsmechanik I und II</p> <p><b>I. Wiederholung Grundlagen:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Rohrbündel Wärmeübertrager</li> <li>2. Dampfkessel und Kältemaschinen</li> <li>3. Pumpen und Turbinen</li> <li>4. Strömung in Rohrleitungssystemen</li> <li>5. Pumpen und Mischen nicht-newtonscher Fluide</li> <li>6. Anforderungen eines detaillierten Anlagen-Aufstellungsplans</li> </ol> <p><b>II. Selbstständiges Rechnen:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Das Planen und Auslegen eines spezifischen Anlagenteils einer Bioraffinerie in Gruppenarbeit (z.B. Ethanoldestillation oder Fermentation) auf Basis realistischer Annahmen aus der Industrie.                         <ul style="list-style-type: none"> <li>o Massen- &amp; Energiebilanzen (Aspen)</li> <li>o Spezifische Apparate Auslegung (Wärmetauscher/Pumpen/Behälter/Rohre etc.)</li> <li>o Isolierungen, Wanddicken und Behälter Material</li> <li>o Energie-, Dampf-, Kühlbedarf</li> <li>o Armaturen und Messinstrumente sowie Sicherheitseinrichtungen</li> <li>o Vorgabe der Hauptregelkreise</li> </ul> </li> <li>2. Dabei wird der Zusammenhang und die Abhängigkeiten verschiedener Phänomene deutlich und die Beschreibung des Prozesses erfolgt anhand einer tatsächlich existierenden Anlage.</li> <li>3. Im Detail Engineering wird besonders auf Aspekte der Anlagenplanung eingegangen, die bei der realen Umsetzung zur Konstruktion entscheidend sind. So kann ein hoher Detailgrad erreicht werden mit dem es möglich ist einen Aufstellungsplan zu konzipieren.</li> <li>4. Je nach Zeitbedarf und Gruppengröße werden auch Kostenabschätzung und die Erstellung eines ausführlichen R&amp;I Fließbildes betrachtet</li> </ol>
<b>Literatur</b>	<p>Perry, R.;Green, R.: Perry's Chemical Engineers' Handbook, 8<sup>th</sup> Edition, McGraw Hill Professional, 2007</p> <p>Sinnot, R. K.: Chemical Engineering Design, Elsevier, 2014</p>

Lehrveranstaltung L0022: CAPE bei Energieprojekten	
<b>Typ</b>	Projektierungskurs
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	3
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Prof. Martin Kaltschmitt
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• CAPE = <i>Computer-Aided-Project-Engineering</i></li> <li>• EINFÜHRUNG IN DIE THEORIE                             <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Klassen von Simulationsprogrammen</li> <li>◦ Sequentiell-modularer Ansatz</li> <li>◦ Gleichungsorientierter Ansatz</li> <li>◦ Simultan-modularer Ansatz</li> <li>◦ Allgemeine Vorgehensweise bei der Bearbeitung von Modellierungsaufgaben</li> <li>◦ Spezielle Vorgehensweise zur Lösung von Modellen mit Rückführungen</li> </ul> </li> <li>• COMPUTER-ÜBUNGEN zu <b>erneuerbaren Energieprojekten</b> MIT ASPEN PLUS® UND ASPEN CUSTOM MODELER®                             <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Anwendungsbereich, Potential und Grenzen von Aspen Plus® und Aspen Custom Modeler®</li> <li>◦ Benutzung der integrierten Datenbanken für Stoffdaten</li> <li>◦ Methoden zur Abschätzung nicht vorhandener physikalischer Stoffdaten</li> <li>◦ Benutzung der Modellbibliotheken und Prozesssynthese</li> <li>◦ Anwendung von Design-Spezifikationen und Sensitivitätsanalysen</li> <li>◦ Lösung von Optimierungsproblemen</li> </ul> </li> </ul> <p>Innerhalb des Seminars werden die verschiedenen Aufgabenstellungen aktiv diskutiert und auf verschiedene Anwendungsfälle angewandt.</p>
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aspen Plus® - Aspen Plus User Guide</li> <li>• William L. Luyben; Distillation Design and Control Using Aspen Simulation; ISBN-10: 0-471-77888-5</li> </ul>

## Modul M0742: Wärmetechnik

### Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Wärmetechnik (L0023)	Vorlesung	3	5
Wärmetechnik (L0024)	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><i>Wissen</i></p> <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> <p><i>Fertigkeiten</i></p> <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>	<p><i>Sozialkompetenz</i></p> <p>Die Studierenden können in Kleingruppen diskutieren und einen Lösungsweg erarbeiten.</p> <p><i>Selbstständigkeit</i></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>

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

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

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

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

Bioverfahrenstechnik: Vertiefung A - Allgemeine Bioverfahrenstechnik: Wahlpflicht

<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	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 Wärmerezeuger 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

## Fachmodule der Vertiefung Bioenergiesysteme

In der Vertiefungsrichtung „Bioenergiesysteme“ werden weiterführende Kenntnisse in der energetischen Verwertung von Biomasse vermittelt. Dies impliziert unter anderem die Verarbeitung und Nutzung von Holz als energetischen Rohstoff, aber auch das Verständnis zu Verfahren und Konzepten, die eine Energiegewinnung aus Abfällen ermöglichen.

### Modul M0520: Holzbereitstellung und -verarbeitung

#### Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Forstwirtschaftslehre (L0053)	Vorlesung	2	2
Mechanische Holztechnologie (L0054)	Vorlesung	2	4
<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>	Die Studierenden können holzwirtschaftliche und Bioraffinerie-Konzepte im Kontext politischer und wirtschaftlicher Herausforderungen erläutern, die Systemgrenzen und den jeweiligen Entwicklungsstand beschreiben.		
<i>Wissen</i>			
<i>Fertigkeiten</i>	Die Studierenden sind in der Lage, fachübergreifende und systemorientierte Methoden zur Bewertung von holzwirtschaftlichen und Bioraffinerie-Konzepten anzuwenden, z.B. Bilanzierungen oder Machbarkeiten. Dabei können die Studierenden Alternativen auch bei unvollständigen Informationen ökonomisch und ökologisch im Vergleich mit fossilbasierten Raffinerien beurteilen.		
<b>Personale Kompetenzen</b>			
<i>Sozialkompetenz</i>	Die Studierenden können wissenschaftliche Aufgabenstellungen fachspezifisch und fachübergreifend in der Gesamtgruppe diskutieren.		
<i>Selbstständigkeit</i>	Die Studierenden können sich gegebene Quellen über das jeweilige Fachgebiet erschließen, sich das darin enthaltene Wissen aneignen und auf neue Fragestellungen transformieren. Sie sind in der Lage, für die Lösung der gegebenen Fragestellung aus den Bereichen der Holzwirtschaft und der Bioraffinerien die notwendigen Arbeitsschritte zu definieren.		
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
<b>Leistungspunkte</b>	6		
<b>Prüfung</b>	Klausur		
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	1,5 Stunden		
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Regenerative Energien: Vertiefung Bioenergiesysteme: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0053: Forstwirtschaftslehre	
<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 Köhl
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	Die Studierenden haben fundierte Kenntnisse über die Entstehung und Bereitstellung des nachwachsenden Rohstoffs Holz, im Rahmen einer nachhaltigen Forstlichen Produktion - global und regionalgeografisch differenziert. Sie können Problem- und Konfliktfelder beurteilen, die hinsichtlich der unterschiedlichen Interessen und Anforderungen an die Waldbewirtschaftung bestehen und unter Berücksichtigung ökonomischer, ökologischer und sozialer Aspekte regionalspezifisch zu lösen sind. Außerdem kennen sie die Grundlagen der Holzernte und Logistik, so dass sie die Brücke zur Holzmarktlehre schlagen können.
<b>Literatur</b>	Script der Vorlesung

Lehrveranstaltung L0054: Mechanische Holztechnologie	
<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. Jörg B. Ressel
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	<p>Die Teilnehmer sollen die wichtigsten Produktionsprozesse der mechanischen Holzindustrie kennenlernen und ihre Vor- und Nachteile gegeneinander abwägen können (Effektivität, Einsatzmöglichkeiten des Rohstoffes, Möglichkeiten der Herstellung von Produkten unter Berücksichtigung von Investitions- und Produktionskosten). Das Wissen soll die Teilnehmer befähigen, spätere Tätigkeiten im Bereich der Produktion, der Kostenrechnung, des Ein- und Verkaufes und des Marketings von Produkten auszuüben.</p> <p>Vorlesungsinhalte:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Holz Trocknung</li> <li>- Dämpfen und Kochen von Holz</li> <li>- Behandlung von Holz mit Kunststoffen</li> <li>- Herstellungstechniken für Schnittholz</li> <li>- Herstellung von Messer- und Schäl furnieren</li> <li>- Sperrholzherstellung</li> <li>- Spanplattenherstellung und Veredelung</li> <li>- Herstellung von Faserplatten</li> <li>- Verarbeitung von Schnittholz zu Bauteilen</li> <li>- Verfahrensprozesse in der Möbelherstellung</li> </ul>
<b>Literatur</b>	Vorlesungsscript

## Modul M1343: Fibre-polymer-composites

### Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Aufbau und Eigenschaften der Faser-Kunststoff-Verbunde (L1894)	Vorlesung	2	3
Konstruieren mit Faser-Kunststoff-Verbunden (L1893)	Vorlesung	2	3

<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Bodo Fiedler
------------------------------	--------------------

<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	None
----------------------------------	------

<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Basics: chemistry / physics / materials science
---------------------------------	---

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

<b>Fachkompetenz</b>	Students can use the knowledge of fiber-reinforced composites (FRP) and its constituents to play (fiber / matrix) and define the necessary testing and analysis.
<i>Wissen</i>	They can explain the complex relationships structure-property relationship and the interactions of chemical structure of the polymers, their processing with the different fiber types, including to explain neighboring contexts (e.g. sustainability, environmental protection).
<i>Fertigkeiten</i>	Students are capable of <ul style="list-style-type: none"> <li>- using standardized calculation methods in a given context to mechanical properties (modulus, strength) to calculate and evaluate the different materials.</li> <li>- Approximate sizing using the network theory of the structural elements implement and evaluate.</li> <li>- For mechanical recycling problems selecting appropriate solutions and sizing example Stiffness, corrosion resistance.</li> </ul>
<b>Personale Kompetenzen</b>	
<i>Sozialkompetenz</i>	Students can, <ul style="list-style-type: none"> <li>- arrive at work results in groups and document them.</li> <li>- provide appropriate feedback and handle feedback on their own performance constructively.</li> </ul>
<i>Selbstständigkeit</i>	Students are able to, <ul style="list-style-type: none"> <li>- assess their own strengths and weaknesses</li> <li>- assess their own state of learning in specific terms and to define further work steps on this basis guided by teachers.</li> <li>- assess possible consequences of their professional activity.</li> </ul>

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

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

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

<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	180 min
----------------------------------	---------

	Energietechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Kabinensysteme: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Produktentwicklung und Produktion: Wahlpflicht Materialwissenschaft: Vertiefung Konstruktionswerkstoffe: Wahlpflicht
--	---

<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Mechanical Engineering and Management: Kernqualifikation: Pflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktentwicklung: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktion: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Werkstoffe: Pflicht Regenerative Energien: Vertiefung Bioenergiesysteme: Wahlpflicht Regenerative Energien: Vertiefung Solare Energiesysteme: Wahlpflicht Regenerative Energien: Vertiefung Windenergiesysteme: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Werkstofftechnik: Wahlpflicht
---	---

<b>Lehrveranstaltung L1894: Structure and properties of fibre-polymer-composites</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. Bodo Fiedler
<b>Sprachen</b>	EN
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Microstructure and properties of the matrix and reinforcing materials and their interaction</li> <li>- Development of composite materials</li> <li>- Mechanical and physical properties</li> <li>- Mechanics of Composite Materials</li> <li>- Laminate theory</li> <li>- Test methods</li> <li>- Non destructive testing</li> <li>- Failure mechanisms</li> <li>- Theoretical models for the prediction of properties</li> <li>- Application</li> </ul>
<b>Literatur</b>	Hall, Clyne: Introduction to Composite materials, Cambridge University Press Daniel, Ishai: Engineering Mechanics of Composites Materials, Oxford University Press Mallick: Fibre-Reinforced Composites, Marcel Deckker, New York

<b>Lehrveranstaltung L1893: Design with fibre-polymer-composites</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. Bodo Fiedler
<b>Sprachen</b>	EN
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	Designing with Composites: Laminate Theory; Failure Criteria; Design of Pipes and Shafts; Sandwich Structures; Notches; Joining Techniques; Compression Loading; Examples
<b>Literatur</b>	Konstruieren mit Kunststoffen, Gunter Erhard , Hanser Verlag

## Modul M0518: Waste and Energy

<b>Lehrveranstaltungen</b>			
<b>Titel</b>	<b>Typ</b>	<b>SWS</b>	<b>LP</b>
Abfallverwertungstechnologien (L0047)	Vorlesung	2	2
Abfallverwertungstechnologien (L0048)	Gruppenübung	1	2
Energie aus Abfall (L0049)	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung	2	2
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Kerstin Kuchta		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	None		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Basics of process engineering		
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
<b>Fachkompetenz</b>	Students are able to describe and explain in detail techniques, processes and concepts for treatment and energy recovery from wastes.		
<i>Wissen</i>			
<b>Fertigkeiten</b>	The students are able to select suitable processes for the treatment and energy recovery of wastes. They can evaluate the efforts and costs for processes and select economically feasible treatment Concepts. Students are able to evaluate alternatives even with incomplete information. Students are able to prepare systematic documentation of work results in form of reports, presentations and are able to defend their findings in a group.		
<i>Fertigkeiten</i>			
<b>Personale Kompetenzen</b>	Students can participate in subject-specific and interdisciplinary discussions, develop cooperated solutions and defend their own work results in front of others and promote the scientific development of colleagues. Furthermore, they can give and accept professional constructive criticism.		
<i>Sozialkompetenz</i>			
<b>Selbstständigkeit</b>	Students can independently tap knowledge of the subject area and transform it to new questions. They are capable, in consultation with supervisors, to assess their learning level and define further steps on this basis. Furthermore, they can define targets for new application-or research-oriented duties in accordance with the potential social, economic and cultural impact.		
<i>Selbstständigkeit</i>			
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70		
<b>Leistungspunkte</b>	6		
<b>Prüfung</b>	Referat		
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	Vortrag mithilfe von Powerpoint-Folien (10-15 Minuten)		
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Environmental Engineering: Vertiefung Abfall und Energie: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Regenerative Energien: Wahlpflicht Joint European Master in Environmental Studies - Cities and Sustainability: Kernqualifikation: Pflicht Regenerative Energien: Vertiefung Bioenergiesysteme: Wahlpflicht		

<b>Lehrveranstaltung L0047: Waste Recycling Technologies</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. Kerstin Kuchta
<b>Sprachen</b>	EN
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fundamentals on primary and secondary production of raw materials (steel, aluminum, phosphorous, copper, precious metals, rare metals)</li> <li>• Use and demand of metals and minerals in industry and society</li> <li>• collection systems and concepts</li> <li>• quota and efficiency</li> <li>• Advanced sorting technologies</li> <li>• mechanical pretreatment</li> <li>• advanced treatment</li> <li>• Chemical analysis of Critical Materials in post-consumer products</li> <li>• Analytical tools in Resource Management (Material Flow Analysis, Recycling Performance Indicators, Criticality Assessment, statistical analysis of uncertainties)</li> </ul>
<b>Literatur</b>	

<b>Lehrveranstaltung L0048: Waste Recycling Technologies</b>	
<b>Typ</b>	Gruppenübung
<b>SWS</b>	1
<b>LP</b>	2
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14
<b>Dozenten</b>	Prof. Kerstin Kuchta
<b>Sprachen</b>	EN
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fundamentals on primary and secondary production of raw materials (steel, aluminum, phosphorous, copper, precious metals, rare metals)</li> <li>• Use and demand of metals and minerals in industry and society</li> <li>• collection systems and concepts</li> <li>• quota and efficiency</li> <li>• Advanced sorting technologies</li> <li>• mechanical pretreatment</li> <li>• advanced treatment</li> <li>• Chemical analysis of Critical Materials in post-consumer products</li> <li>• Analytical tools in Resource Management (Material Flow Analysis, Recycling Performance Indicators, Criticality Assessment, statistical analysis of uncertainties)</li> </ul>
<b>Literatur</b>	

Lehrveranstaltung L0049: Waste to Energy	
<b>Typ</b>	Projekt-/problembasierte LehrveranstaltungLehrveranstaltung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	2
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Prof. Rüdiger Siechau
<b>Sprachen</b>	EN
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Project-based lecture</li> <li>• Introduction into the " Waste to Energy " consisting of:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Thermal Process ( incinerator , RDF combustion )</li> <li>◦ Biological processes ( Wet-/Dryfermentation )</li> <li>◦ technology , energy , emissions, approval , etc.</li> </ul> </li> <li>• Group work                             <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ design of systems/plants for energy recovery from waste</li> <li>◦ The following points are to be processed :                                     <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Input: waste ( fraction collection and transportation, current quantity , material flows , possible amount of development )</li> <li>▪ Plant (design, process diagram , technology, energy production )</li> <li>▪ Output ( energy quantity / type , by-products )</li> <li>▪ Costs and revenues</li> <li>▪ Climate and resource protection ( CO2 balance , substitution of primary raw materials / fossil fuels )</li> <li>▪ Location and approval (infrastructure , expiration authorization procedure)</li> <li>▪ Focus at the whole concept ( advantages, disadvantages , risks and opportunities , discussion )</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>• Grading: No Exam , but presentation of the results of the working group</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<p><b>Literatur:</b></p> <p>Einführung in die Abfallwirtschaft; Martin Kranert, Klaus Cord-Landwehr (Hrsg.); Vieweg + Teubner Verlag; 2010</p> <p>Powerpoint-Folien in Stud IP</p> <p><b>Literature:</b></p> <p>Introduction to Waste Management; Kranert Martin , Klaus Cord - Landwehr (Ed. ), Vieweg + Teubner Verlag , 2010</p> <p>PowerPoint slides in Stud IP</p>

## Modul M0896: Bioprocess and Biosystems Engineering

<b>Lehrveranstaltungen</b>			
<b>Titel</b>	<b>Typ</b>	<b>SWS</b>	<b>LP</b>
Auslegung und Betrieb von Bioreaktoren (L1034)	Vorlesung	2	2
Auslegung und Betrieb von Bioreaktoren (L1035)	Laborpraktikum	1	1
Biosystemtechnik (L1036)	Vorlesung	2	2
Biosystemtechnik (L1037)	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung	1	1
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. An-Ping Zeng		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	None		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Knowledge of bioprocess engineering and process engineering at bachelor level		
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
<b>Fachkompetenz</b>	<p>After completion of this module, participants will be able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>differentiate between different kinds of bioreactors and describe their key features</li> <li>identify and characterize the peripheral and control systems of bioreactors</li> <li>depict integrated biosystems (bioprocesses including up- and downstream processing)</li> <li>name different sterilization methods and evaluate those in terms of different applications</li> <li>recall and define the advanced methods of modern systems-biological approaches</li> <li>connect the multiple "omics"-methods and evaluate their application for biological questions</li> <li>recall the fundamentals of modeling and simulation of biological networks and biotechnological processes and to discuss their methods</li> <li>assess and apply methods and theories of genomics, transcriptomics, proteomics and metabolomics in order to quantify and optimize biological processes at molecular and process levels.</li> </ul>		
<i>Wissen</i>			
<i>Fertigkeiten</i>	<p>After completion of this module, participants will be able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>describe different process control strategies for bioreactors and chose them after analysis of characteristics of a given bioprocess</li> <li>plan and construct a bioreactor system including peripherals from lab to pilot plant scale</li> <li>adapt a present bioreactor system to a new process and optimize it</li> <li>develop concepts for integration of bioreactors into bioproduction processes</li> <li>combine the different modeling methods into an overall modeling approach, to apply these methods to specific problems and to evaluate the achieved results critically</li> <li>connect all process components of biotechnological processes for a holistic system view.</li> </ul>		
<b>Personale Kompetenzen</b>	After completion of this module, participants will be able to debate technical questions		

<i>Sozialkompetenz</i>	in small teams to enhance the ability to take position to their own opinions and increase their capacity for teamwork.
	The students can reflect their specific knowledge orally and discuss it with other students and teachers.
<i>Selbstständigkeit</i>	After completion of this module, participants will be able to solve a technical problem in teams of approx. 8-12 persons independently including a presentation of the results.
	•
<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>	Bioverfahrenstechnik: Kernqualifikation: Pflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Kernqualifikation: Pflicht Environmental Engineering: Vertiefung Biotechnologie: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Verfahrenstechnik und Biotechnologie: Wahlpflicht Regenerative Energien: Vertiefung Bioenergiesysteme: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Kernqualifikation: Pflicht

<b>Lehrveranstaltung L1034: Bioreactor Design and Operation</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. An-Ping Zeng
<b>Sprachen</b>	EN
<b>Zeitraum</b>	SoSe
	<p><b>Design of bioreactors and peripherals:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• reactor types and geometry</li> <li>• materials and surface treatment</li> <li>• agitation system design</li> <li>• insertion of stirrer</li> <li>• sealings</li> <li>• fittings and valves</li> <li>• peripherals</li> <li>• materials</li> <li>• standardization</li> <li>• demonstration in laboratory and pilot plant</li> </ul> <p><b>Sterile operation:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• theory of sterilisation processes</li> <li>• different sterilisation methods</li> <li>• sterilisation of reactor and probes</li> <li>• industrial sterile test, automated sterilisation</li> <li>• introduction of biological material</li> <li>• autoclaves</li> <li>• continuous sterilisation of fluids</li> <li>• deep bed filters, tangential flow filters</li> <li>• demonstration and practice in pilot plant</li> </ul>

<b>Inhalt</b>	<p><b>Instrumentation and control:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• temperature control and heat exchange</li> <li>• dissolved oxygen control and mass transfer</li> <li>• aeration and mixing</li> <li>• used gassing units and gassing strategies</li> <li>• control of agitation and power input</li> <li>• pH and reactor volume, foaming, membrane gassing</li> </ul> <p><b>Bioreactor selection and scale-up:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• selection criteria</li> <li>• scale-up and scale-down</li> <li>• reactors for mammalian cell culture</li> </ul> <p><b>Integrated biosystem:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• interactions and integration of microorganisms, bioreactor and downstream processing</li> <li>• Miniplant technologies</li> </ul> <p><b>Team work with presentation:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Operation mode of selected bioprocesses (e.g. fundamentals of batch, fed-batch and continuous cultivation)</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Storhas, Winfried, Bioreaktoren und periphere Einrichtungen, Braunschweig: Vieweg, 1994</li> <li>• Chmiel, Horst, Bioprozeßtechnik; Springer 2011</li> <li>• Krahe, Martin, Biochemical Engineering, Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry</li> <li>• Pauline M. Doran, Bioprocess Engineering Principles, Second Edition, Academic Press, 2013</li> <li>• Other lecture materials to be distributed</li> </ul>

<b>Lehrveranstaltung L1035: Bioreactor Design and Operation</b>	
<b>Typ</b>	Laborpraktikum
<b>SWS</b>	1
<b>LP</b>	1
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
<b>Dozenten</b>	Prof. An-Ping Zeng
<b>Sprachen</b>	EN
<b>Zeitraum</b>	SoSe
	<p><b>Design of bioreactors and peripheries (Exercise/Practical):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• reactor types and geometry</li> <li>• materials and surface treatment</li> <li>• agitation system design</li> <li>• insertion of stirrer</li> <li>• sealings</li> <li>• fittings and valves</li> <li>• peripherals</li> <li>• materials</li> <li>• standardization</li> <li>• demonstration in laboratory and pilot plant</li> </ul>

<b>Inhalt</b>	<p><b>Sterile operation:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• theory of sterilisation processes</li> <li>• different sterilisation methods</li> <li>• sterilisation of reactor and probes</li> <li>• industrial sterile test, automated sterilisation</li> <li>• introduction of biological material</li> <li>• autoclaves</li> <li>• continuous sterilisation of fluids</li> <li>• deep bed filters, tangential flow filters</li> <li>• demonstration and practice in pilot plant</li> </ul> <p><b>Instrumentation and control:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• temperature control and heat exchange</li> <li>• dissolved oxygen control and mass transfer</li> <li>• aeration and mixing</li> <li>• used gassing units and gassing strategies</li> <li>• control of agitation and power input</li> <li>• pH and reactor volume, foaming, membrane gassing</li> </ul> <p><b>Bioreactor selection and scale-up:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• selection criteria</li> <li>• scale-up and scale-down</li> <li>• reactors for mammalian cell culture</li> </ul> <p><b>Integrated biosystem:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• interactions and integration of microorganisms, bioreactor and downstream processing</li> <li>• Miniplant technologies</li> </ul> <p><b>Team work with presentation:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Operation mode of selected bioprocesses (e.g. fundamentals of batch, fed-batch and continuous cultivation)</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Storhas, Winfried, Bioreaktoren und periphere Einrichtungen, Braunschweig: Vieweg, 1994</li> <li>• Chmiel, Horst, Bioprozeßtechnik; Springer 2011</li> <li>• Krahe, Martin, Biochemical Engineering, Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry</li> <li>• Pauline M. Doran, Bioprocess Engineering Principles, Second Edition, Academic Press, 2013</li> <li>• Other lecture materials to be distributed</li> </ul>

<b>Lehrveranstaltung L1036: Biosystems Engineering</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. An-Ping Zeng
<b>Sprachen</b>	EN
<b>Zeitraum</b>	SoSe
	<p><b>Introduction to Biosystems Engineering</b></p> <p><b>Experimental basis and methods for biosystems analysis</b></p>

<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction to genomics, transcriptomics and proteomics</li> <li>• More detailed treatment of metabolomics</li> <li>• Determination of in-vivo kinetics</li> <li>• Techniques for rapid sampling</li> <li>• Quenching and extraction</li> <li>• Analytical methods for determination of metabolite concentrations</li> </ul> <p><b>Analysis, modelling and simulation of biological networks</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Metabolic flux analysis</li> <li>• Introduction</li> <li>• Isotope labelling</li> <li>• Elementary flux modes</li> <li>• Mechanistic and structural network models</li> <li>• Regulatory networks</li> <li>• Systems analysis</li> <li>• Structural network analysis</li> <li>• Linear and non-linear dynamic systems</li> <li>• Sensitivity analysis (metabolic control analysis)</li> </ul> <p><b>Modelling and simulation for bioprocess engineering</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modelling of bioreactors</li> <li>• Dynamic behaviour of bioprocesses</li> </ul> <p><b>Selected projects for biosystems engineering</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Miniaturisation of bioreaction systems</li> <li>• Miniplant technology for the integration of biosynthesis and downstream processing</li> <li>• Technical and economic overall assessment of bioproduction processes</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<p>E. Klipp et al. Systems Biology in Practice, Wiley-VCH, 2006</p> <p>R. Dohrn: Miniplant-Technik, Wiley-VCH, 2006</p> <p>G.N. Stephanopoulos et. al.: Metabolic Engineering, Academic Press, 1998</p> <p>I.J. Dunn et. al.: Biological Reaction Engineering, Wiley-VCH, 2003</p> <p>Lecture materials to be distributed</p>

Lehrveranstaltung L1037: Biosystems Engineering	
<b>Typ</b>	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung Lehrveranstaltung
<b>SWS</b>	1
<b>LP</b>	1
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
<b>Dozenten</b>	Prof. An-Ping Zeng
<b>Sprachen</b>	EN
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	<p><b>Introduction to Biosystems Engineering (Exercise)</b></p> <p><b>Experimental basis and methods for biosystems analysis</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction to genomics, transcriptomics and proteomics</li> <li>• More detailed treatment of metabolomics</li> <li>• Determination of in-vivo kinetics</li> <li>• Techniques for rapid sampling</li> <li>• Quenching and extraction</li> <li>• Analytical methods for determination of metabolite concentrations</li> </ul> <p><b>Analysis, modelling and simulation of biological networks</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Metabolic flux analysis</li> <li>• Introduction</li> <li>• Isotope labelling</li> <li>• Elementary flux modes</li> <li>• Mechanistic and structural network models</li> <li>• Regulatory networks</li> <li>• Systems analysis</li> <li>• Structural network analysis</li> <li>• Linear and non-linear dynamic systems</li> <li>• Sensitivity analysis (metabolic control analysis)</li> </ul> <p><b>Modelling and simulation for bioprocess engineering</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modelling of bioreactors</li> <li>• Dynamic behaviour of bioprocesses</li> </ul> <p><b>Selected projects for biosystems engineering</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Miniaturisation of bioreaction systems</li> <li>• Miniplant technology for the integration of biosynthesis and downstream processing</li> <li>• Technical and economic overall assessment of bioproduction processes</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<p>E. Klipp et al. Systems Biology in Practice, Wiley-VCH, 2006</p> <p>R. Dohrn: Miniplant-Technik, Wiley-VCH, 2006</p> <p>G.N. Stephanopoulos et. al.: Metabolic Engineering, Academic Press, 1998</p> <p>I.J. Dunn et. al.: Biological Reaction Engineering, Wiley-VCH, 2003</p> <p>Lecture materials to be distributed</p>

## Modul M0749: Abfallbehandlung und Feststoffverfahrenstechnik

<b>Lehrveranstaltungen</b>			
<b>Titel</b>	<b>Typ</b>	<b>SWS</b>	<b>LP</b>
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 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>	Bauingenieurwesen: Vertiefung Wasser und Verkehr: Wahlpflicht 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		

<b>Lehrveranstaltung L0517: Biologische Abwasserreinigung</b>	
<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-Pföhren : 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>

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

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 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 Partikletechnologie I		
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
<b>Fachkompetenz</b>	<p><i>Wissen</i></p> <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> <p><i>Fertigkeiten</i></p> <p>Die Studierenden sind in der Lage, Aufgabenstellungen in der Feststoffverfahrenstechnik zu analysieren und geeignete Prozessketten zusammenzustellen.</p>		
<b>Personale Kompetenzen</b>	<p><i>Sozialkompetenz</i></p> <p>Studierende sind in der Lage fachspezifische Inhalte in wissenschaftlicher Weise zu diskutieren.</p> <p><i>Selbstständigkeit</i></p> <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		

Lehrveranstaltung L0431: Fluidization Technology	
<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.

Lehrveranstaltung L1369: Practical Course Fluidization Technology	
<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 M1424: Integration Erneuerbarer Energien

Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Integration Erneuerbarer Energien I (L2049)	Vorlesung	1	1
Integration Erneuerbarer Energien I (L2050)	Gruppenübung	1	1
Integration Erneuerbarer Energien II (L2051)	Vorlesung	1	1
Integration Erneuerbarer Energien II (L2052)	Gruppenübung	1	1
Zukunftsfähige Mobilität (L0010)	Vorlesung	2	2
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Martin Kaltschmitt		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Grundlagen der Erneuerbaren Energien sowie des Energiesystems		
<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 des Moduls sind die Studierenden in der Lage, die bisher erlernten fachlichen Grundlagen der verschiedenen Fachgebiete der Erneuerbaren Energien übergreifend einzusetzen und anzuwenden. Es werden aktuelle Problemstellungen in Bezug auf die Integration Erneuerbarer Energien im Energiesystem dargestellt und analysiert. Hierbei wird insbesondere auf die Sektoren Elektrizität, Wärme sowie Mobilität eingegangen, sodass die Studierenden Einblicke in sektorübergreifende Maßnahmen erlangen.</p> <p><i>Fertigkeiten</i></p> <p>Die Studierenden können mit Abschluss dieses Moduls die erlernten Grundlagen auf verschiedene sektorenübergreifende Problemstellungen anwenden und in diesem Zusammenhang die Potentiale aber auch Grenzen der Sektorenkopplung im deutschen Energiesystem einschätzen und beurteilen. Insbesondere das Anwenden und Verknüpfen von bereits erlernten Methoden und Wissen soll hier von den Studierenden angewendet werden, sodass ein Weitblick über die verschiedenen Technologien erlangt wird.</p>		
<b>Personale Kompetenzen</b>	<p><i>Sozialkompetenz</i></p> <p>Die Studierenden können Problemstellungen in den Themengebieten der Sektorenkopplung und Integration von erneuerbaren Energien miteinander diskutieren.</p> <p><i>Selbstständigkeit</i></p> <p>Die Studierenden können sich selbstständig Quellen auf Basis der Vorlesungsschwerpunkte über das Fachgebiet erschließen und Wissen aneignen. Des Weiteren können die Studierenden weitere Technologien und Kopplungsmöglichkeiten für das Energiesystem selbst recherchieren.</p>		
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84		
<b>Leistungspunkte</b>	6		
<b>Prüfung</b>	Klausur		
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	180 min		
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Regenerative Energien: Vertiefung Bioenergiesysteme: Wahlpflicht Regenerative Energien: Vertiefung Solare Energiesysteme: Wahlpflicht Regenerative Energien: Vertiefung Windenergiesysteme: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L2049: Integration Erneuerbarer Energien I	
<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 Lenz
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Einführung</li> <li>2. Fossil dominiertes Energiesystem</li> <li>3. Megatrends der Energiewende</li> <li>4. Charakteristika der erneuerbaren Energiebereitstellungstechnologien - Strom</li> <li>5. Integration EE-Strom I</li> <li>6. Integration EE-Strom II</li> <li>7. Charakteristika der erneuerbaren Energiebereitstellungstechnologien - Wärme</li> <li>8. Integration EE-Wärme I</li> <li>9. Integration EE-Wärme II</li> <li>10. Charakteristika der erneuerbaren Energiebereitstellungstechnologien - Mobilität</li> <li>11. Integration EE-Mobilität</li> <li>12. Kommunikations- und Regelungstechnik</li> <li>13. Verbrauchsminderung</li> <li>14. Lastmanagement</li> <li>15. Zusammenspiel von erneuerbarer Erzeugung und geregelter sinkender Nachfrage</li> </ol>
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• D. Thrän (editor): Smart Bioenergy. Technologies and concepts for a more flexible bioenergy provision in future energy systems. Springer, Cham, Heidelberg, New York, Dordrecht, London, 2015</li> <li>• R. von Miller (Hrsg.): Lexikon der Energietechnik und Kraftmaschinen Band 6 und 7. Deutsche Verlags-Anstalt Stuttgart 1965</li> <li>• K. Naumann et. al.: Monitoring Biokraftstoffsektor. 3. Auflage, DBFZ Report Nr. 1, Leipzig, 2016</li> <li>• M. Kaltschmitt, W. Streicher, A. Wiese (Hrsg.): Erneuerbare Energien. Systemtechnik, Wirtschaftlichkeit, Umweltaspekte. 4. Auflage, Springer</li> </ul>

Lehrveranstaltung L2050: Integration Erneuerbarer Energien I	
<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. Volker Lenz
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung
<b>Literatur</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung

Lehrveranstaltung L2051: Integration Erneuerbarer Energien II	
<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 Lenz
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Einführung</li> <li>2. Power-to-Hydrogen</li> <li>3. Power-to-Gas</li> <li>4. Power-to-Liquid</li> <li>5. Power-to-Heat</li> <li>6. Hybrid-Technologien</li> <li>7. Verbund-Technologiekonzepte I</li> <li>8. Verbund-Technologiekonzepte II</li> <li>9. Anbindung an eine regenerative Industrieproduktion</li> <li>10. Nutzung der Rückstände der erneuerbaren Energiebereitstellung</li> <li>11. Biomasse als Systemstabilisator I</li> <li>12. Biomasse als Systemstabilisator II</li> <li>13. Systemmodellierung - Grundlagen</li> <li>14. Systemmodellierung - Ansätze und Ergebnisse</li> <li>15. Planungswerkzeuge</li> </ol>
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• D. Thrän (editor): Smart Bioenergy. Technologies and concepts for a more flexible bioenergy provision in future energy systems. Springer, Cham, Heidelberg, New York, Dordrecht, London, 2015</li> <li>• R. von Miller (Hrsg.): Lexikon der Energietechnik und Kraftmaschinen Band 6 und 7. Deutsche Verlags-Anstalt Stuttgart 1965</li> <li>• K. Naumann et. al.: Monitoring Biokraftstoffsektor. 3. Auflage, DBFZ Report Nr. 1, Leipzig, 2016</li> <li>• M. Kaltschmitt, W. Streicher, A. Wiese (Hrsg.): Erneuerbare Energien. Systemtechnik, Wirtschaftlichkeit, Umweltaspekte. 4. Auflage, Springer Berlin Heidelberg, 2006</li> <li>• Bundesministerium für Wirtschaft und Energie: Die Energie der Zukunft.</li> </ul>

Lehrveranstaltung L2052: Integration Erneuerbarer Energien II	
<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. Martin Kaltschmitt
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung
<b>Literatur</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung

Lehrveranstaltung L0010: Zukunftsfähige Mobilität	
<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. Karsten Wilbrand
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Globale Megatrends und zukünftige Herausforderungen der Energieversorgung</li> <li>• Energieszenarien bis 2060 und Bedeutung für den Mobilitätssektor</li> <li>• Nachhaltiger Luft-, Schiffs-, Schienen und Strassenverkehr</li> <li>• Entwicklungen bei Fahrzeug- und Antriebs-Technologie</li> <li>• Überblick Heutige Kraftstoffe (Produktion und Einsatz)</li> <li>• Biokraftstoffe der 1. und 2. Generation (Verfügbarkeit, Produktion, Verträglichkeit)</li> <li>• Erdgas (GTL, CNG, LNG)</li> <li>• Elektromobilität mit Batterie und Wasserstoff-Brennstoffzelle</li> <li>• Well-to-Wheel CO2 Analysen der verschiedenen Optionen</li> <li>• Rechtlicher Rahmen für Personen und Güterverkehr</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eigene Unterlagen</li> <li>• Veröffentlichungen</li> <li>• Fachliteratur</li> </ul>

## Fachmodule der Vertiefung Solare Energiesysteme

Innerhalb der Vertiefungsrichtung „Solare Energiesysteme“ werden weiterführende Kenntnisse in der theoretischen Funktionsweise von Photovoltaikzellen und der Eigenschaften der Materialien zur Herstellung dieser vermittelt. Zudem werden weiterführende Informationen zu Auslegung, Führung und Optimierung elektrischer Energiesysteme gelehrt, um Herausforderungen beim Einsatz solarer Energiesysteme in bestehenden Netzen aufzuzeigen und zu bewerten.

Innerhalb der Vertiefungsrichtung „Solare Energiesysteme“ haben Studierende die Möglichkeit ein Auslandssemester an der „University of Jordan“ in Amman, Jordanien, gefördert zu bekommen. Innerhalb dieses Auslandsaufenthaltes sollen zusätzliche Module im Bereich „Solare Energiesysteme“ belegt werden, deren Leistungspunkte an TUHH nach Absprache anerkannt werden.

Weiterhin können Studierende innerhalb der Vertiefungsrichtung „Solare Energiesysteme“ in Kooperation mit der International Hellenic University in Thessaloniki, Griechenland das Modul "Modelling and simulation of Building Integrated Solar Energy systems" belegen, welches nach Absprache an der TUHH anerkannt werden kann. Der Austausch wird ebenfalls gefördert.

**Studierende, welche beabsichtigen die Vertiefung „Solare Energiesysteme“ zu belegen, werden gebeten sich in jedem Falle frühzeitig an den Studiengangsleiter für weitere Informationen zum Studienverlauf und Auslandsaufenthalt zu wenden.**

Modul M0932: Prozessmesstechnik	
<b>Lehrveranstaltungen</b>	
<b>Titel</b>	<b>Typ</b> <b>SWS</b> <b>LP</b>
Prozessmesstechnik (L1077)	Vorlesung                      2                      3
Prozessmesstechnik (L1083)	Hörsaalübung                      1                      1
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Roland Harig
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Grundlagen der Elektrotechnik und der Messtechnik
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
<b>Fachkompetenz</b>	Die Studierenden besitzen ein Verständnis für prozessmesstechnische Zusammenhänge und Messtechnik weitverzweigter Anlagen. Die Studierenden kennen übliche Verfahren zur Verarbeitung und Übertragung von Signalen.
<i>Wissen</i>	
<b>Fertigkeiten</b>	Die Studierenden können komplexe Sensor- und Messdatenübertragungssysteme modellieren und bewerten. Hierbei steht insbesondere das systemorientierte Denken im Vordergrund.
<i>Fertigkeiten</i>	
<b>Personale Kompetenzen</b>	Technische Zusammenhänge können in englischer Sprache kommuniziert werden.
<i>Sozialkompetenz</i>	

<i>Selbstständigkeit</i>	Die Studierenden sind in der Lage, die notwendigen Informationen aus den angegebenen Literaturquellen zu beschaffen und in den Kontext der Vorlesung zu setzen. Sie können ihren Wissensstand mit Hilfe vorlesungsbegleitender Maßnahmen kontinuierlich reflektieren und auf dieser Basis ihren Lernprozess steuern. Sie können ihr erlangtes Wissen mit den Inhalten anderer Lehrveranstaltungen (z.B. Grundlagen der Elektrotechnik, Analysis, Stochastische Prozesse, Nachrichtenübertragung) verknüpfen.
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 78, Präsenzstudium 42
<b>Leistungspunkte</b>	4
<b>Prüfung</b>	Mündliche Prüfung
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	45 min
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Elektrotechnik: Vertiefung Regelungs- und Energietechnik: Wahlpflicht Regenerative Energien: Vertiefung Solare Energiesysteme: Wahlpflicht

Lehrveranstaltung L1077: Prozessmesstechnik	
<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. Roland Harig
<b>Sprachen</b>	DE/EN
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prozessmesstechnik im Rahmen der Prozessleittechnik                             <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Aufgaben der Prozessmesstechnik</li> <li>◦ Instrumentierung von Prozessen</li> <li>◦ Klassifizierung der Aufnehmer</li> </ul> </li> <li>• Systemtheorie in der Prozessmesstechnik                             <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Allgemeine lineare Beschreibung der Aufnehmer</li> <li>◦ Mathematische Beschreibung von allgemeinen Zweitoren</li> <li>◦ Fourier- und Laplace-Transformation</li> </ul> </li> <li>• Korrelationsmesstechnik                             <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Bedeutung von Breitbandsignalen für die Korrelationsmesstechnik</li> <li>◦ Auto- und Kreuzkorrelationsfunktion, sowie Anwendungen</li> <li>◦ Störfestigkeit von Korrelationsverfahren</li> </ul> </li> <li>• Übertragung von analogen und digitalen Messsignalen in der Prozessmesstechnik                             <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Modulationsverfahren (Amplituden-/Frequenzmodulation)</li> <li>◦ Multiplexverfahren zur Datenübertragung</li> <li>◦ Analog-Digital-Wandler</li> </ul> </li> </ul>
<b>Literatur</b>	<p>- Färber: „Prozeßrechentchnik“, Springer-Verlag 1994</p> <p>- Kiencke, Kronmüller: „Meßtechnik“, Springer Verlag Berlin Heidelberg, 1995</p> <p>- A. Ambardar: „Analog and Digital Signal Processing“ (1), PWS Publishing Company, 1995, NTC 339</p> <p>- A. Papoulis: „Signal Analysis“ (1), McGraw-Hill, 1987, NTC 312 (LB)</p> <p>- M. Schwartz: „Information Transmission, Modulation and Noise“ (3,4), McGraw-Hill, 1980, 2402095</p> <p>- S. Haykin: „Communication Systems“ (1,3), Wiley&amp;Sons, 1983, 2419072</p> <p>- H. Sheingold: „Analog-Digital Conversion Handbook“ (5), Prentice-Hall, 1986, 2440072</p> <p>- J. Fraden: „AIP Handbook of Modern Sensors“ (5,6), American Institute of Physics, 1993, MTB 346</p>

<b>Lehrveranstaltung L1083: Prozessmesstechnik</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. Roland Harig
<b>Sprachen</b>	DE/EN
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung
<b>Literatur</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung

## Modul M0643: Optoelectronics I - Wave Optics

<b>Lehrveranstaltungen</b>			
<b>Titel</b>	<b>Typ</b>	<b>SWS</b>	<b>LP</b>
Optoelektronik I: Wellenoptik (L0359)	Vorlesung	2	3
Optoelektronik I: Wellenoptik (Übung) (L0361)	Gruppenübung	1	1
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Manfred Eich		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	None		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Basics in electrodynamics, calculus		
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
<b>Fachkompetenz</b>	<p>Students can explain the fundamental mathematical and physical relations of freely propagating optical waves. They can give an overview on wave optical phenomena such as diffraction, reflection and refraction, etc.</p> <p><i>Wissen</i> Students can describe waveoptics based components such as electrooptical modulators in an application oriented way.</p> <p><i>Fertigkeiten</i> Students can generate models and derive mathematical descriptions in relation to free optical wave propagation. They can derive approximative solutions and judge factors influential on the components' performance.</p>		
<b>Personale Kompetenzen</b>	<p><i>Sozialkompetenz</i> Students can jointly solve subject related problems in groups. They can present their results effectively within the framework of the problem solving course.</p> <p><i>Selbstständigkeit</i> Students are capable to extract relevant information from the provided references and to relate this information to the content of the lecture. They can reflect their acquired level of expertise with the help of lecture accompanying measures such as exam typical exam questions. Students are able to connect their knowledge with that acquired from other lectures.</p>		
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 78, Präsenzstudium 42		
<b>Leistungspunkte</b>	4		
<b>Prüfung</b>	Klausur		
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	40 Minuten		
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Elektrotechnik: Vertiefung Nanoelektronik und Mikrosystemtechnik: Wahlpflicht Elektrotechnik: Vertiefung HF-Technik, Optik und Elektromagnetische Verträglichkeit: Wahlpflicht Materialwissenschaft: Vertiefung Nano- und Hybridmaterialien: Wahlpflicht Microelectronics and Microsystems: Vertiefung Microelectronics Complements:		

	Wahlpflicht Regenerative Energien: Vertiefung Solare Energiesysteme: Wahlpflicht
--	---

Lehrveranstaltung L0359: Optoelectronics I: Wave Optics	
<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. Manfred Eich
<b>Sprachen</b>	EN
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction to optics</li> <li>• Electromagnetic theory of light</li> <li>• Interference</li> <li>• Coherence</li> <li>• Diffraction</li> <li>• Fourier optics</li> <li>• Polarisation and Crystal optics</li> <li>• Matrix formalism</li> <li>• Reflection and transmission</li> <li>• Complex refractive index</li> <li>• Dispersion</li> <li>• Modulation and switching of light</li> </ul>
<b>Literatur</b>	Bahaa E. A. Saleh, Malvin Carl Teich, Fundamentals of Photonics, Wiley 2007 Hecht, E., Optics, Benjamin Cummings, 2001 Goodman, J.W. Statistical Optics, Wiley, 2000 Lauterborn, W., Kurz, T., Coherent Optics: Fundamentals and Applications, Springer, 2002

Lehrveranstaltung L0361: Optoelectronics I: Wave Optics (Problem Solving Course)	
<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. Manfred Eich
<b>Sprachen</b>	EN
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	see lecture Optoelectronics 1 - Wave Optics
<b>Literatur</b>	see lecture Optoelectronics 1 - Wave Optics

## Modul M1287: Risikomanagement, Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie

Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
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>		
<i>Wissen</i>	<p>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>		
<i>Fertigkeiten</i>	<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>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>			
<i>Sozialkompetenz</i>			
<i>Selbstständigkeit</i>	<p>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>	2,5 Stunden		
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Regenerative Energien: Vertiefung Solare Energiesysteme: Wahlpflicht Regenerative Energien: Vertiefung Windenergiesysteme: 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								
<b>Inhalt</b>	<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"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">Thema</th> <th style="text-align: left;">Inhalte</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>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>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>Brennstoffzellen-Pkw</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Historie</li> <li>• Status Quo (Systemkonzepte, Speichertechnologien, ...)</li> <li>• Internationaler Vergleich (Automobilindustrie, Politik, ...)</li> <li>• Aktuelle Entwicklungen und Herausforderungen</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>	Brennstoffzellen-Pkw	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Historie</li> <li>• Status Quo (Systemkonzepte, Speichertechnologien, ...)</li> <li>• Internationaler Vergleich (Automobilindustrie, Politik, ...)</li> <li>• Aktuelle Entwicklungen und Herausforderungen</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>								
Brennstoffzellen-Pkw	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Historie</li> <li>• Status Quo (Systemkonzepte, Speichertechnologien, ...)</li> <li>• Internationaler Vergleich (Automobilindustrie, Politik, ...)</li> <li>• Aktuelle Entwicklungen und Herausforderungen</li> </ul>								

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

Lehrveranstaltung L0060: Wasserstofftechnologie	
<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>	WiSe
<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>

## Modul M1343: Fibre-polymer-composites

### Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Aufbau und Eigenschaften der Faser-Kunststoff-Verbunde (L1894)	Vorlesung	2	3
Konstruieren mit Faser-Kunststoff-Verbunden (L1893)	Vorlesung	2	3

<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Bodo Fiedler
------------------------------	--------------------

<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	None
----------------------------------	------

<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Basics: chemistry / physics / materials science
---------------------------------	---

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

<b>Fachkompetenz</b>	<p>Students can use the knowledge of fiber-reinforced composites (FRP) and its constituents to play (fiber / matrix) and define the necessary testing and analysis.</p>
<i>Wissen</i>	<p>They can explain the complex relationships structure-property relationship and the interactions of chemical structure of the polymers, their processing with the different fiber types, including to explain neighboring contexts (e.g. sustainability, environmental protection).</p>
<i>Fertigkeiten</i>	<p>Students are capable of</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- using standardized calculation methods in a given context to mechanical properties (modulus, strength) to calculate and evaluate the different materials.</li> <li>- Approximate sizing using the network theory of the structural elements implement and evaluate.</li> <li>- For mechanical recycling problems selecting appropriate solutions and sizing example Stiffness, corrosion resistance.</li> </ul>
<b>Personale Kompetenzen</b>	
<i>Sozialkompetenz</i>	<p>Students can,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- arrive at work results in groups and document them.</li> <li>- provide appropriate feedback and handle feedback on their own performance constructively.</li> </ul>
<i>Selbstständigkeit</i>	<p>Students are able to,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- assess their own strengths and weaknesses</li> <li>- assess their own state of learning in specific terms and to define further work steps on this basis guided by teachers.</li> <li>- assess possible consequences of their professional activity.</li> </ul>

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

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

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

<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	180 min
----------------------------------	---------

	<p>Energietechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht                  Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Kabinensysteme: Wahlpflicht                  Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Produktentwicklung und Produktion: Wahlpflicht                  Materialwissenschaft: Vertiefung Konstruktionswerkstoffe: Wahlpflicht</p>
--	--

<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Mechanical Engineering and Management: Kernqualifikation: Pflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktentwicklung: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktion: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Werkstoffe: Pflicht Regenerative Energien: Vertiefung Bioenergiesysteme: Wahlpflicht Regenerative Energien: Vertiefung Solare Energiesysteme: Wahlpflicht Regenerative Energien: Vertiefung Windenergiesysteme: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Werkstofftechnik: Wahlpflicht
---	---

<b>Lehrveranstaltung L1894: Structure and properties of fibre-polymer-composites</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. Bodo Fiedler
<b>Sprachen</b>	EN
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Microstructure and properties of the matrix and reinforcing materials and their interaction</li> <li>- Development of composite materials</li> <li>- Mechanical and physical properties</li> <li>- Mechanics of Composite Materials</li> <li>- Laminate theory</li> <li>- Test methods</li> <li>- Non destructive testing</li> <li>- Failure mechanisms</li> <li>- Theoretical models for the prediction of properties</li> <li>- Application</li> </ul>
<b>Literatur</b>	Hall, Clyne: Introduction to Composite materials, Cambridge University Press Daniel, Ishai: Engineering Mechanics of Composites Materials, Oxford University Press Mallick: Fibre-Reinforced Composites, Marcel Deckker, New York

<b>Lehrveranstaltung L1893: Design with fibre-polymer-composites</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. Bodo Fiedler
<b>Sprachen</b>	EN
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	Designing with Composites: Laminate Theory; Failure Criteria; Design of Pipes and Shafts; Sandwich Structures; Notches; Joining Techniques; Compression Loading; Examples
<b>Literatur</b>	Konstruieren mit Kunststoffen, Gunter Erhard , Hanser Verlag

Modul M0515: Energieinformationssysteme und Elektromobilität			
<b>Lehrveranstaltungen</b>			
<b>Titel</b>	<b>Typ</b>	<b>SWS</b>	<b>LP</b>
Elektrische Energiesysteme II (L1696)	Vorlesung	2	4
Elektromobilität (L1833)	Vorlesung	2	2
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Martin Kaltschmitt		
<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 über die elektrische Energietechnik im Bereich Erneuerbarer Energien einen Überblick geben. Möglichkeiten der Integration von erneuerbarer Energieanlagen in das bestehende Netz, der elektrische Speichermöglichkeiten und der elektrischer Energieübertragung und- verteilung können sie detailliert erläutern und kritisch dazu Stellung beziehen.		
<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 erneuerbarer Energiesysteme angemessen anzuwenden und die Ergebnisse einzuschätzen und zu beurteilen.		
<b>Personale Kompetenzen</b>			
<i>Sozialkompetenz</i>	Die Studierenden können fachspezifische und fachübergreifende Diskussionen führen, Ideen weiterentwickeln und ihre eigenen Arbeitsergebnissen vor anderen vertreten.		
<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 124, Präsenzstudium 56		
<b>Leistungspunkte</b>	6		
<b>Prüfung</b>	Mündliche Prüfung		
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	45 min		
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Energietechnik: Vertiefung Energiesysteme: Wahlpflicht Regenerative Energien: Vertiefung Windenergiesysteme: Wahlpflicht Regenerative Energien: Vertiefung Solare Energiesysteme: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Energietechnik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L1696: Elektrische Energiesysteme 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. Christian Becker
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stationäre Modellierung elektrischer Energiesysteme                             <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ konventionelle Komponenten</li> <li>◦ leistungselektronische Netzregler (FACTS) und HGÜ</li> <li>◦ Netzmodellierung</li> </ul> </li> <li>• Netzbetrieb                             <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Prozess der elektrischen Energieversorgung</li> <li>◦ Netz-/Systemführung</li> <li>◦ Netzbereitstellung</li> </ul> </li> <li>• Netzleittechnik und Netzleitsysteme                             <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Informations- und Kommunikationstechnik elektrischer Energiesysteme</li> <li>◦ IT-Architekturen der Stations-, Feld- und Netzleitebene</li> <li>◦ IT-Integration (Energemarkt / Engpassmanagement / Asset Management)</li> <li>◦ Entwicklungstrends in der Leittechnik</li> <li>◦ Smart Grids</li> </ul> </li> <li>• Funktionen und stationäre Berechnungen für den Netzbetrieb                             <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Lastflussberechnungsmethoden</li> <li>◦ Sensitivitätsanalyse und Lastflusssteuerung</li> <li>◦ Sensitivitätsanalyse</li> <li>◦ Betriebsoptimierung</li> <li>◦ Symmetrische Kurzschlussberechnung</li> <li>◦ Unsymmetrische Fehlerstromberechnung                                     <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ symmetrische Komponenten</li> <li>▪ Berechnung unsymmetrischer Fehler</li> </ul> </li> <li>◦ Netzzustandsabschätzung</li> </ul> </li> </ul>
<b>Literatur</b>	E. Handschin: Elektrische Energieübertragungssysteme, Hüthig Verlag B. R. Oswald: Berechnung von Drehstromnetzen, Springer-Vieweg Verlag V. Crastan: Elektrische Energieversorgung Bd. 1 & 3, Springer Verlag E.-G. Tietze: Netzleittechnik Bd. 1 & 2, VDE-Verlag

Lehrveranstaltung L1833: Elektromobilität	
<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>	WiSe
<b>Inhalt</b>	<p>Inhalt (deutsch)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung und Umfeld</li> <li>• Definition von Elektrofahrzeugen</li> <li>• Exkurs: Elektrofahrzeuge mit Brennstoffzelle</li> <li>• Markthochlauf von Elektroautos</li> <li>• Politischer / Regulativer Rahmen</li> <li>• Historischer Rückblick</li> <li>• Portfolio der Elektrofahrzeuge / Einsatzbeispiele</li> <li>• Mild-Hybrids mit 48 Volt-Technologie</li> <li>• Lithium-Ionen Batterie inkl. Kosten, Roadmap, Produktion, Rohstoffe</li> <li>• Fahrzeugintegration</li> <li>• Energieverbrauch von Elektroautos</li> <li>• Batterielebensdauer</li> <li>• Ladeinfrastruktur</li> <li>• Elektrischer Straßengüterverkehr</li> <li>• Elektrischer ÖPNV / SPNV</li> <li>• Batteriesicherheit</li> </ul>
<b>Literatur</b>	Vorlesungsunterlagen/ lecture material

## 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 Regenerative Energien: Vertiefung Solare Energiesysteme: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Kernqualifikation: Pflicht
---	---

Lehrveranstaltung L0104: Multiphase Flows	
<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 LehrveranstaltungLehrveranstaltung
<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 M1424: Integration Erneuerbarer Energien

Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Integration Erneuerbarer Energien I (L2049)	Vorlesung	1	1
Integration Erneuerbarer Energien I (L2050)	Gruppenübung	1	1
Integration Erneuerbarer Energien II (L2051)	Vorlesung	1	1
Integration Erneuerbarer Energien II (L2052)	Gruppenübung	1	1
Zukunftsfähige Mobilität (L0010)	Vorlesung	2	2
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Martin Kaltschmitt		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Grundlagen der Erneuerbaren Energien sowie des Energiesystems		
<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 des Moduls sind die Studierenden in der Lage, die bisher erlernten fachlichen Grundlagen der verschiedenen Fachgebiete der Erneuerbaren Energien übergreifend einzusetzen und anzuwenden. Es werden aktuelle Problemstellungen in Bezug auf die Integration Erneuerbarer Energien im Energiesystem dargestellt und analysiert. Hierbei wird insbesondere auf die Sektoren Elektrizität, Wärme sowie Mobilität eingegangen, sodass die Studierenden Einblicke in sektorübergreifende Maßnahmen erlangen.</p> <p><i>Fertigkeiten</i></p> <p>Die Studierenden können mit Abschluss dieses Moduls die erlernten Grundlagen auf verschiedene sektorenübergreifende Problemstellungen anwenden und in diesem Zusammenhang die Potentiale aber auch Grenzen der Sektorenkopplung im deutschen Energiesystem einschätzen und beurteilen. Insbesondere das Anwenden und Verknüpfen von bereits erlernten Methoden und Wissen soll hier von den Studierenden angewendet werden, sodass ein Weitblick über die verschiedenen Technologien erlangt wird.</p>		
<b>Personale Kompetenzen</b>	<p><i>Sozialkompetenz</i></p> <p>Die Studierenden können Problemstellungen in den Themengebieten der Sektorenkopplung und Integration von erneuerbaren Energien miteinander diskutieren.</p> <p><i>Selbstständigkeit</i></p> <p>Die Studierenden können sich selbstständig Quellen auf Basis der Vorlesungsschwerpunkte über das Fachgebiet erschließen und Wissen aneignen. Des Weiteren können die Studierenden weitere Technologien und Kopplungsmöglichkeiten für das Energiesystem selbst recherchieren.</p>		
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84		
<b>Leistungspunkte</b>	6		
<b>Prüfung</b>	Klausur		
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	180 min		
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Regenerative Energien: Vertiefung Bioenergiesysteme: Wahlpflicht Regenerative Energien: Vertiefung Solare Energiesysteme: Wahlpflicht Regenerative Energien: Vertiefung Windenergiesysteme: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L2049: Integration Erneuerbarer Energien I	
<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 Lenz
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Einführung</li> <li>2. Fossil dominiertes Energiesystem</li> <li>3. Megatrends der Energiewende</li> <li>4. Charakteristika der erneuerbaren Energiebereitstellungstechnologien - Strom</li> <li>5. Integration EE-Strom I</li> <li>6. Integration EE-Strom II</li> <li>7. Charakteristika der erneuerbaren Energiebereitstellungstechnologien - Wärme</li> <li>8. Integration EE-Wärme I</li> <li>9. Integration EE-Wärme II</li> <li>10. Charakteristika der erneuerbaren Energiebereitstellungstechnologien - Mobilität</li> <li>11. Integration EE-Mobilität</li> <li>12. Kommunikations- und Regelungstechnik</li> <li>13. Verbrauchsminderung</li> <li>14. Lastmanagement</li> <li>15. Zusammenspiel von erneuerbarer Erzeugung und geregelter sinkender Nachfrage</li> </ol>
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• D. Thrän (editor): Smart Bioenergy. Technologies and concepts for a more flexible bioenergy provision in future energy systems. Springer, Cham, Heidelberg, New York, Dordrecht, London, 2015</li> <li>• R. von Miller (Hrsg.): Lexikon der Energietechnik und Kraftmaschinen Band 6 und 7. Deutsche Verlags-Anstalt Stuttgart 1965</li> <li>• K. Naumann et. al.: Monitoring Biokraftstoffsektor. 3. Auflage, DBFZ Report Nr. 1, Leipzig, 2016</li> <li>• M. Kaltschmitt, W. Streicher, A. Wiese (Hrsg.): Erneuerbare Energien. Systemtechnik, Wirtschaftlichkeit, Umweltaspekte. 4. Auflage, Springer</li> </ul>

Lehrveranstaltung L2050: Integration Erneuerbarer Energien I	
<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. Volker Lenz
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung
<b>Literatur</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung

Lehrveranstaltung L2051: Integration Erneuerbarer Energien II	
<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 Lenz
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Einführung</li> <li>2. Power-to-Hydrogen</li> <li>3. Power-to-Gas</li> <li>4. Power-to-Liquid</li> <li>5. Power-to-Heat</li> <li>6. Hybrid-Technologien</li> <li>7. Verbund-Technologiekonzepte I</li> <li>8. Verbund-Technologiekonzepte II</li> <li>9. Anbindung an eine regenerative Industrieproduktion</li> <li>10. Nutzung der Rückstände der erneuerbaren Energiebereitstellung</li> <li>11. Biomasse als Systemstabilisator I</li> <li>12. Biomasse als Systemstabilisator II</li> <li>13. Systemmodellierung - Grundlagen</li> <li>14. Systemmodellierung - Ansätze und Ergebnisse</li> <li>15. Planungswerkzeuge</li> </ol>
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• D. Thrän (editor): Smart Bioenergy. Technologies and concepts for a more flexible bioenergy provision in future energy systems. Springer, Cham, Heidelberg, New York, Dordrecht, London, 2015</li> <li>• R. von Miller (Hrsg.): Lexikon der Energietechnik und Kraftmaschinen Band 6 und 7. Deutsche Verlags-Anstalt Stuttgart 1965</li> <li>• K. Naumann et. al.: Monitoring Biokraftstoffsektor. 3. Auflage, DBFZ Report Nr. 1, Leipzig, 2016</li> <li>• M. Kaltschmitt, W. Streicher, A. Wiese (Hrsg.): Erneuerbare Energien. Systemtechnik, Wirtschaftlichkeit, Umweltaspekte. 4. Auflage, Springer Berlin Heidelberg, 2006</li> <li>• Bundesministerium für Wirtschaft und Energie: Die Energie der Zukunft.</li> </ul>

Lehrveranstaltung L2052: Integration Erneuerbarer Energien II	
<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. Martin Kaltschmitt
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung
<b>Literatur</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung

Lehrveranstaltung L0010: Zukunftsfähige Mobilität	
<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. Karsten Wilbrand
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Globale Megatrends und zukünftige Herausforderungen der Energieversorgung</li> <li>• Energieszenarien bis 2060 und Bedeutung für den Mobilitätssektor</li> <li>• Nachhaltiger Luft-, Schiffs-, Schienen und Strassenverkehr</li> <li>• Entwicklungen bei Fahrzeug- und Antriebs-Technologie</li> <li>• Überblick Heutige Kraftstoffe (Produktion und Einsatz)</li> <li>• Biokraftstoffe der 1. und 2. Generation (Verfügbarkeit, Produktion, Verträglichkeit)</li> <li>• Erdgas (GTL, CNG, LNG)</li> <li>• Elektromobilität mit Batterie und Wasserstoff-Brennstoffzelle</li> <li>• Well-to-Wheel CO2 Analysen der verschiedenen Optionen</li> <li>• Rechtlicher Rahmen für Personen und Güterverkehr</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eigene Unterlagen</li> <li>• Veröffentlichungen</li> <li>• Fachliteratur</li> </ul>

## Fachmodule der Vertiefung Windenergiesysteme

Innerhalb der Vertiefung "Windenergiesysteme" werden weiterführende Kenntnisse zur Nutzung von Windenergie, sowohl im Onshore als auch im Offshore Bereich vermittelt. Insbesondere wird auf die maritimen und logistischen Randbedingungen zur Installation und Nutzung von Offshore Windkraftparks eingegangen. In diesem Zusammenhang wird auch der Umgang mit Risiken, die beim Bau und im Betrieb solcher großen Energieprojekte auftreten können, erläutert.

Zusätzlich werden in einem Modul die werkstoffspezifischen Grundlagen für die Zusammensetzung von Bestandteilen von Windenergieanlagen geschaffen.

### Modul M1133: Hafenlogistik

#### Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Hafenlogistik (L0686)	Vorlesung	2	3
Hafenlogistik (L1473)	Gruppenübung	2	3

<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Carlos Jahn
------------------------------	-------------------

<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>Die Studierenden können...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die historische Entwicklung der Seehäfen (bezüglich der Funktionen der Häfen und der entsprechenden Terminals sowie der betreffenden Betreibermodellen) wiedergeben und diese in den historischen Kontext einordnen;</li> <li>• unterschiedliche Typen von Seehafenterminals und ihre spezifischen Charakteristika erläutern (Ladung, Umschlagstechnologien, logistische Funktionsbereiche);</li> <li>• gängige Planungsaufgaben (z. B. Liegeplatzplanung, Stauplanung, Yardplanung) auf Seehafenterminals benennen sowie geeignete Ansätze (im Sinne von Methoden und Werkzeuge) zur Lösung dieser Planungsaufgaben vorschlagen;</li> <li>• Trends hinsichtlich Planung und Steuerung innovativer Seehafenterminals benennen und diskutieren.</li> </ul>
<i>Wissen</i>	
<i>Fertigkeiten</i>	<p>Die Studierenden sind in der Lage...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Funktionsbereiche in Häfen und in Seehafenterminals zu erkennen;</li> <li>• für Containerterminals passende Betriebssysteme zu definieren und zu bewerten;</li> <li>• statische Berechnungen hinsichtlich gegebener Randbedingungen wie z.B. erforderliche Kapazität (Stellplätze, Gerätebedarf, Kaimauerlänge) auf ausgewählten Terminaltypen durchzuführen;</li> <li>• zuverlässig einzuschätzen, welche Randbedingungen bei der statischen Planung von ausgewählten Terminaltypen in welchem Ausmaß gängige Logistikkennzahlen beeinflussen.</li> </ul>
<b>Personale Kompetenzen</b>	

<i>Sozialkompetenz</i>	<p>Die Studierenden können...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• in Kleingruppen umfangreiche Aufgabenpakete diskutieren und organisieren;</li> <li>• in Kleingruppen Arbeitsergebnisse dokumentieren und präsentieren.</li> </ul>
<i>Selbstständigkeit</i>	<p>Studierende sind fähig...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fachliteratur, darunter auch Normen und Richtlinien, zu recherchieren und auszuwählen</li> <li>• eigene Anteile an einer umfangreichen schriftlichen Ausarbeitung in Kleingruppen fristgerecht einzureichen und innerhalb eines festen Zeitrahmens gemeinschaftlich zu präsentieren.</li> </ul>
<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>	Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Logistik: Wahlpflicht Logistik, Infrastruktur und Mobilität: Vertiefung Produktion und Logistik: Wahlpflicht Logistik, Infrastruktur und Mobilität: Vertiefung Infrastruktur und Mobilität: Wahlpflicht Regenerative Energien: Vertiefung Windenergiesysteme: Wahlpflicht Schiffbau und Meerestechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Maritime Technik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht

<b>Lehrveranstaltung L0686: Hafenlogistik</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. Carlos Jahn
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	<p>Die außerordentliche Rolle des Seeverkehrs für den internationalen Handel erfordert leistungsfähige Häfen. Diese müssen zahlreichen Anforderungen in Punkten Wirtschaftlichkeit, Geschwindigkeit, Sicherheit und Umwelt genügen. Vor diesem Hintergrund beschäftigt sich Hafenlogistik mit der Planung, Steuerung, Durchführung und Kontrolle von Materialflüssen und den dazugehörigen Informationsflüssen im System Hafen und seinen Schnittstellen zu zahlreichen Akteuren innerhalb und außerhalb des Hafengeländes. Die Veranstaltung Hafenlogistik zielt darauf ab, Verständnis über Strukturen und Prozesse in Häfen zu vermitteln. Schwerpunktmäßig werden unterschiedliche Typen von Terminals, ihre charakteristischen Layouts und das eingesetzte technische Equipment sowie das Zusammenspiel der beteiligten Akteure thematisiert.</p>
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Brinkmann, Birgitt. Seehäfen: Planung und Entwurf. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 2005.</li> </ul>

<b>Lehrveranstaltung L1473: Hafenlogistik</b>	
<b>Typ</b>	Gruppenübung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	3
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Prof. Carlos Jahn
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	Schwerpunkt der Übung bilden analytische Aufgaben im Bereich der Terminalplanung. Bei diesen Aufgaben sollen die Studierenden in Kleingruppen unter Berücksichtigung von gegebenen Rahmenbedingungen Terminallayouts rechnerisch konzipieren. Die berechneten Logistikkennzahlen, bzw. die entsprechenden Layouts sollen unter Verwendung spezieller Planungssoftware in 2D- und 3D-Modellen grafisch umgesetzt werden.
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Brinkmann, Birgitt. Seehäfen: Planung und Entwurf. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 2005.</li> </ul>

Modul M0527: Marine Bodentechnik			
<b>Lehrveranstaltungen</b>			
<b>Titel</b>	<b>Typ</b>	<b>SWS</b>	<b>LP</b>
Analyse meeres technischer Systeme (L0068)	Vorlesung	2	2
Analyse meeres technischer Systeme (L0069)	Gruppenübung	1	1
Offshore-Geotechnik (L0067)	Vorlesung	2	3
<b>Modulverantwortlicher</b>	Dr. Joachim Gerth		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Kenntnisse der Analysis und Differentialgleichungen Grundkenntnisse der maritimen Technik		
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
<b>Fachkompetenz</b>	<p><i>Wissen</i></p> <p>Die Studierenden können über die grundlegende Techniken zur Analyse von Offshore-Systemen, einschließlich der dazugehörigen Untersuchungen der Eigenschaften des Meeresbodens, einen Überblick geben und die dazugehörigen Inhalte unter Einbeziehung fachlich angrenzender Kontexte erläutern.</p> <p><i>Fertigkeiten</i></p> <p>Die Studierenden sind in der Lage dynamische Offshoresysteme modelltechnisch abzubilden und zu bewerten. Dafür sind sie zusätzlich in der Lage systemorientiert zudenken und komplexe System in Teilsysteme zu zerlegen.</p> <p><b>Personale Kompetenzen</b></p> <p><i>Sozialkompetenz</i></p> <p><i>Selbstständigkeit</i></p> <p>Die Studierenden können sich selbstständig Quellen über das Fachgebiet erschließen, Wissen aneignen und auf neue Fragestellungen transformieren. Des Weiteren können die Studierenden innerhalb der Übungsstunden angeleitet durch Lehrende ihren jeweiligen Lernstand konkret einschätzen und auf dieser Basis weitere Arbeitsschritte definieren.</p>		
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>			
<b>Leistungspunkte</b>			
<b>Prüfung</b>	Klausur		
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	2 Stunden		
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Regenerative Energien: Wahlpflicht Regenerative Energien: Vertiefung Windenergiesysteme: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0068: Analyse meeres technischer Systeme	
<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. Moustafa Abdel-Maksoud, Dr. Alexander Mitzlaff
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Hydrostatische Analyse                             <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Auftrieb</li> <li>◦ Schwimmfähigkeit und Stabilität</li> </ul> </li> <li>2. Hydrodynamische Analyse                             <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Froude-Krylov-Kraft</li> <li>◦ Morison-Gleichung</li> <li>◦ Radiation und Diffraktion</li> <li>◦ transparente/kompakte Strukturen</li> </ul> </li> <li>3. Bewertung meeres technischer Konstruktionen: Verlässlichkeitstechniken (Sicherheit, Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Kurzzeitbewertung</li> <li>◦ Langzeitbewertung: Extremereignisse</li> </ul> </li> </ol>
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• G. Clauss, E. Lehmann, C. Östergaard. Offshore Structures Volume I: Conceptual Design and Hydrodynamics. Springer Verlag Berlin, 1992</li> <li>• E. V. Lewis (Editor), Principles of Naval Architecture ,SNAME, 1988</li> <li>• Journal of Offshore Mechanics and Arctic Engineering</li> <li>• Proceedings of International Conference on Offshore Mechanics and Arctic Engineering</li> <li>• S. Chakrabarti (Ed.), Handbook of Offshore Engineering, Volumes 1-2, Elsevier, 2005</li> <li>• S. K. Chakrabarti, Hydrodynamics of Offshore Structures , WIT Press, 2001</li> </ul>

Lehrveranstaltung L0069: Analyse meeres technischer Systeme	
<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. Moustafa Abdel-Maksoud, Dr. Alexander Mitzlaff
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung
<b>Literatur</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung

Lehrveranstaltung L0067: Offshore-Geotechnik	
<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. Jan Dührkop
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Überblick und Einführung Offshore-Geotechnik</li> <li>• Einführung in die Bodenmechanik</li> <li>• Offshore-Baugrunderkundung</li> <li>• Schwerpunktthema zyklische Einwirkungen</li> <li>• Geotechnische Bemessung von Offshore-Gründungen</li> <li>• Monopiles</li> <li>• Jackets</li> <li>• Schwergewichtgründungen</li> <li>• Geotechnische Vorerkundung für den Einsatz von Hubschiffen und -plattformen</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Randolph, M. and Gourvenec, S (2011): Offshore Geotechnical Engineering. Spon Press.</li> <li>• Poulos H.G. (1988): Marine Geotechnics. Unwin Hyman, London</li> <li>• BSH-Standard Baugrunderkundung für Offshore-Windenergieparks</li> <li>• Lesny K. (2010): Foundations for Offshore Wind Turbines. VGE Verlag, Essen.</li> <li>• EA-Pfähle (2012): Empfehlungen des Arbeitskreises Pfähle der DGGT. Ernst &amp; Sohn, Berlin.</li> </ul>

## Modul M1132: Maritimer Transport

<b>Lehrveranstaltungen</b>			
<b>Titel</b>	<b>Typ</b>	<b>SWS</b>	<b>LP</b>
Maritimer Transport (L0063)	Vorlesung	2	3
Maritimer Transport (L0064)	Gruppenübung	2	3
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Carlos Jahn		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>			
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
<b>Fachkompetenz</b>	Die Studierenden können...		
<i>Wissen</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>an der maritimen Transportkette beteiligten Akteure mit ihren typischen Aufgaben benennen;</li> <li>in der Schifffahrt gängige Ladungsarten benennen sowie die zu den Ladungsarten entsprechenden Güter einordnen;</li> <li>Betriebsformen in der Seeschifffahrt, die Transportoptionen und das Management in Transportnetzwerken benennen und erklären;</li> <li>Haupthandelsrouten, Meerengen und Schifffahrtskanäle sowie mögliche zukünftige Routen erläutern;</li> <li>für Standortplanung von Häfen und Seehafenterminals relevante Faktoren benennen und diskutieren.</li> </ul>		
<i>Fertigkeiten</i>	Die Studierenden sind in der Lage... <ul style="list-style-type: none"> <li>Transportart, Akteure und Funktionen der Akteure in der maritimen Lieferkette zu bestimmen;</li> <li>mögliche Kostentreiber in einer Transportkette zu identifizieren und entsprechende Vorschläge zur Kostenreduktion zu empfehlen;</li> <li>Material- und Informationsflüsse einer maritimen Logistikkette zu erfassen, abzubilden und systematisch zu analysieren, mögliche Probleme zu identifizieren und Lösungsvorschläge zu empfehlen.</li> </ul>		
<b>Personale Kompetenzen</b>	Die Studierenden können...		
<i>Sozialkompetenz</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>in Kleingruppen umfangreiche Aufgabenpakete diskutieren und organisieren;</li> <li>in Kleingruppen Arbeitsergebnisse dokumentieren und präsentieren.</li> </ul>		
<i>Selbstständigkeit</i>	Studierende sind fähig... <ul style="list-style-type: none"> <li>Fachliteratur, darunter auch Normen und Richtlinien, zu recherchieren und auszuwählen</li> <li>eigene Anteile an einer umfangreichen schriftlichen Ausarbeitung in Kleingruppen fristgerecht einzureichen und innerhalb eines festen Zeitrahmens gemeinschaftlich zu präsentieren.</li> </ul>		
<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>	Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Logistik: Wahlpflicht Logistik, Infrastruktur und Mobilität: Vertiefung Produktion und Logistik: Wahlpflicht Logistik, Infrastruktur und Mobilität: Vertiefung Infrastruktur und Mobilität: Wahlpflicht Regenerative Energien: Vertiefung Windenergiesysteme: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Maritime Technik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht
---	---

Lehrveranstaltung L0063: Maritimer Transport	
<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. Carlos Jahn
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	Ziel der Veranstaltung ist es, den Studierenden Kenntnisse des maritimen Transports zu vermitteln sowie typische Problemfelder und Aufgaben aus diesem Bereich darzustellen. Hierbei werden sowohl die klassischen als auch aktuellen Probleme beleuchtet. In der Vorlesung werden die Bestandteile der maritimen Logistikkette und die beteiligten Akteure beleuchtet. In diesem Zusammenhang werden Häfen, Schiffe und Seeverkehrswege untersucht und detailliert besprochen. Es werden sowohl klassische Probleme und Planungsaufgaben als auch aktuelle Themen wie z.B. Green Logistics dargestellt.
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Brinkmann, Birgitt. Seehäfen: Planung und Entwurf. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 2005.</li> <li>• Schönknecht, Axel. Maritime Containerlogistik: Leistungsvergleich von Containerschiffen in intermodalen Transportketten. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 2009.</li> <li>• Stopford, Martin. Maritime Economics Routledge, 2009</li> </ul>

Lehrveranstaltung L0064: Maritimer Transport	
<b>Typ</b>	Gruppenübung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	3
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Prof. Carlos Jahn
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Brinkmann, Birgitt. Seehäfen: Planung und Entwurf. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 2005.</li> </ul>

## Modul M1343: Fibre-polymer-composites

### Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Aufbau und Eigenschaften der Faser-Kunststoff-Verbunde (L1894)	Vorlesung	2	3
Konstruieren mit Faser-Kunststoff-Verbunden (L1893)	Vorlesung	2	3

<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Bodo Fiedler
------------------------------	--------------------

<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	None
----------------------------------	------

<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Basics: chemistry / physics / materials science
---------------------------------	---

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

<b>Fachkompetenz</b>	Students can use the knowledge of fiber-reinforced composites (FRP) and its constituents to play (fiber / matrix) and define the necessary testing and analysis.
<i>Wissen</i>	They can explain the complex relationships structure-property relationship and the interactions of chemical structure of the polymers, their processing with the different fiber types, including to explain neighboring contexts (e.g. sustainability, environmental protection).
<i>Fertigkeiten</i>	Students are capable of <ul style="list-style-type: none"> <li>- using standardized calculation methods in a given context to mechanical properties (modulus, strength) to calculate and evaluate the different materials.</li> <li>- Approximate sizing using the network theory of the structural elements implement and evaluate.</li> <li>- For mechanical recycling problems selecting appropriate solutions and sizing example Stiffness, corrosion resistance.</li> </ul>
<b>Personale Kompetenzen</b>	
<i>Sozialkompetenz</i>	Students can, <ul style="list-style-type: none"> <li>- arrive at work results in groups and document them.</li> <li>- provide appropriate feedback and handle feedback on their own performance constructively.</li> </ul>
<i>Selbstständigkeit</i>	Students are able to, <ul style="list-style-type: none"> <li>- assess their own strengths and weaknesses</li> <li>- assess their own state of learning in specific terms and to define further work steps on this basis guided by teachers.</li> <li>- assess possible consequences of their professional activity.</li> </ul>

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

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

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

<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	180 min
----------------------------------	---------

	Energietechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Kabinensysteme: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Produktentwicklung und Produktion: Wahlpflicht Materialwissenschaft: Vertiefung Konstruktionswerkstoffe: Wahlpflicht
--	---

<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Mechanical Engineering and Management: Kernqualifikation: Pflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktentwicklung: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktion: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Werkstoffe: Pflicht Regenerative Energien: Vertiefung Bioenergiesysteme: Wahlpflicht Regenerative Energien: Vertiefung Solare Energiesysteme: Wahlpflicht Regenerative Energien: Vertiefung Windenergiesysteme: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Werkstofftechnik: Wahlpflicht
---	---

<b>Lehrveranstaltung L1894: Structure and properties of fibre-polymer-composites</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. Bodo Fiedler
<b>Sprachen</b>	EN
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Microstructure and properties of the matrix and reinforcing materials and their interaction</li> <li>- Development of composite materials</li> <li>- Mechanical and physical properties</li> <li>- Mechanics of Composite Materials</li> <li>- Laminate theory</li> <li>- Test methods</li> <li>- Non destructive testing</li> <li>- Failure mechanisms</li> <li>- Theoretical models for the prediction of properties</li> <li>- Application</li> </ul>
<b>Literatur</b>	Hall, Clyne: Introduction to Composite materials, Cambridge University Press Daniel, Ishai: Engineering Mechanics of Composites Materials, Oxford University Press Mallick: Fibre-Reinforced Composites, Marcel Deckker, New York

<b>Lehrveranstaltung L1893: Design with fibre-polymer-composites</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. Bodo Fiedler
<b>Sprachen</b>	EN
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	Designing with Composites: Laminate Theory; Failure Criteria; Design of Pipes and Shafts; Sandwich Structures; Notches; Joining Techniques; Compression Loading; Examples
<b>Literatur</b>	Konstruieren mit Kunststoffen, Gunter Erhard , Hanser Verlag

## Modul M1287: Risikomanagement, Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie

Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
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>		
<i>Wissen</i>	<p>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>		
<i>Fertigkeiten</i>	<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>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>			
<i>Sozialkompetenz</i>			
<i>Selbstständigkeit</i>	<p>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>	2,5 Stunden		
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Regenerative Energien: Vertiefung Solare Energiesysteme: Wahlpflicht Regenerative Energien: Vertiefung Windenergiesysteme: 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								
<b>Inhalt</b>	<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"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">Thema</th> <th style="text-align: left;">Inhalte</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>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>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>Brennstoffzellen-Pkw</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Historie</li> <li>• Status Quo (Systemkonzepte, Speichertechnologien, ...)</li> <li>• Internationaler Vergleich (Automobilindustrie, Politik, ...)</li> <li>• Aktuelle Entwicklungen und Herausforderungen</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>	Brennstoffzellen-Pkw	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Historie</li> <li>• Status Quo (Systemkonzepte, Speichertechnologien, ...)</li> <li>• Internationaler Vergleich (Automobilindustrie, Politik, ...)</li> <li>• Aktuelle Entwicklungen und Herausforderungen</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>								
Brennstoffzellen-Pkw	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Historie</li> <li>• Status Quo (Systemkonzepte, Speichertechnologien, ...)</li> <li>• Internationaler Vergleich (Automobilindustrie, Politik, ...)</li> <li>• Aktuelle Entwicklungen und Herausforderungen</li> </ul>								

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

Lehrveranstaltung L0060: Wasserstofftechnologie	
<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>	WiSe
<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>

Modul M0515: Energieinformationssysteme und Elektromobilität			
<b>Lehrveranstaltungen</b>			
<b>Titel</b>	<b>Typ</b>	<b>SWS</b>	<b>LP</b>
Elektrische Energiesysteme II (L1696)	Vorlesung	2	4
Elektromobilität (L1833)	Vorlesung	2	2
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Martin Kaltschmitt		
<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 über die elektrische Energietechnik im Bereich Erneuerbarer Energien einen Überblick geben. Möglichkeiten der Integration von erneuerbarer Energieanlagen in das bestehende Netz, der elektrische Speichermöglichkeiten und der elektrischer Energieübertragung und- verteilung können sie detailliert erläutern und kritisch dazu Stellung beziehen.		
<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 erneuerbarer Energiesysteme angemessen anzuwenden und die Ergebnisse einzuschätzen und zu beurteilen.		
<b>Personale Kompetenzen</b>			
<i>Sozialkompetenz</i>	Die Studierenden können fachspezifische und fachübergreifende Diskussionen führen, Ideen weiterentwickeln und ihre eigenen Arbeitsergebnissen vor anderen vertreten.		
<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 124, Präsenzstudium 56		
<b>Leistungspunkte</b>	6		
<b>Prüfung</b>	Mündliche Prüfung		
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	45 min		
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Energietechnik: Vertiefung Energiesysteme: Wahlpflicht Regenerative Energien: Vertiefung Windenergiesysteme: Wahlpflicht Regenerative Energien: Vertiefung Solare Energiesysteme: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Energietechnik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L1696: Elektrische Energiesysteme 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. Christian Becker
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stationäre Modellierung elektrischer Energiesysteme                             <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ konventionelle Komponenten</li> <li>◦ leistungselektronische Netzregler (FACTS) und HGÜ</li> <li>◦ Netzmodellierung</li> </ul> </li> <li>• Netzbetrieb                             <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Prozess der elektrischen Energieversorgung</li> <li>◦ Netz-/Systemführung</li> <li>◦ Netzbereitstellung</li> </ul> </li> <li>• Netzleittechnik und Netzleitsysteme                             <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Informations- und Kommunikationstechnik elektrischer Energiesysteme</li> <li>◦ IT-Architekturen der Stations-, Feld- und Netzleitebene</li> <li>◦ IT-Integration (Energemarkt / Engpassmanagement / Asset Management)</li> <li>◦ Entwicklungstrends in der Leittechnik</li> <li>◦ Smart Grids</li> </ul> </li> <li>• Funktionen und stationäre Berechnungen für den Netzbetrieb                             <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Lastflussberechnungsmethoden</li> <li>◦ Sensitivitätsanalyse und Lastflusssteuerung</li> <li>◦ Sensitivitätsanalyse</li> <li>◦ Betriebsoptimierung</li> <li>◦ Symmetrische Kurzschlussberechnung</li> <li>◦ Unsymmetrische Fehlerstromberechnung                                     <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ symmetrische Komponenten</li> <li>▪ Berechnung unsymmetrischer Fehler</li> </ul> </li> <li>◦ Netzzustandsabschätzung</li> </ul> </li> </ul>
<b>Literatur</b>	E. Handschin: Elektrische Energieübertragungssysteme, Hüthig Verlag B. R. Oswald: Berechnung von Drehstromnetzen, Springer-Vieweg Verlag V. Crastan: Elektrische Energieversorgung Bd. 1 & 3, Springer Verlag E.-G. Tietze: Netzleittechnik Bd. 1 & 2, VDE-Verlag

<b>Lehrveranstaltung L1833: Elektromobilität</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. Klaus Bonhoff
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	Inhalt (deutsch) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung und Umfeld</li> <li>• Definition von Elektrofahrzeugen</li> <li>• Exkurs: Elektrofahrzeuge mit Brennstoffzelle</li> <li>• Markthochlauf von Elektroautos</li> <li>• Politischer / Regulativer Rahmen</li> <li>• Historischer Rückblick</li> <li>• Portfolio der Elektrofahrzeuge / Einsatzbeispiele</li> <li>• Mild-Hybrids mit 48 Volt-Technologie</li> <li>• Lithium-Ionen Batterie inkl. Kosten, Roadmap, Produktion, Rohstoffe</li> <li>• Fahrzeugintegration</li> <li>• Energieverbrauch von Elektroautos</li> <li>• Batterielebensdauer</li> <li>• Ladeinfrastruktur</li> <li>• Elektrischer Straßengüterverkehr</li> <li>• Elektrischer ÖPNV / SPNV</li> <li>• Batteriesicherheit</li> </ul>
<b>Literatur</b>	Vorlesungsunterlagen/ lecture material

## Modul M1424: Integration Erneuerbarer Energien

Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Integration Erneuerbarer Energien I (L2049)	Vorlesung	1	1
Integration Erneuerbarer Energien I (L2050)	Gruppenübung	1	1
Integration Erneuerbarer Energien II (L2051)	Vorlesung	1	1
Integration Erneuerbarer Energien II (L2052)	Gruppenübung	1	1
Zukunftsfähige Mobilität (L0010)	Vorlesung	2	2
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Martin Kaltschmitt		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Grundlagen der Erneuerbaren Energien sowie des Energiesystems		
<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></p> <p>Mit Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage, die bisher erlernten fachlichen Grundlagen der verschiedenen Fachgebiete der Erneuerbaren Energien übergreifend einzusetzen und anzuwenden. Es werden aktuelle Problemstellungen in Bezug auf die Integration Erneuerbarer Energien im Energiesystem dargestellt und analysiert. Hierbei wird insbesondere auf die Sektoren Elektrizität, Wärme sowie Mobilität eingegangen, sodass die Studierenden Einblicke in sektorübergreifende Maßnahmen erlangen.</p> <p style="margin-left: 20px;"><i>Fertigkeiten</i></p> <p>Die Studierenden können mit Abschluss dieses Moduls die erlernten Grundlagen auf verschiedene sektorenübergreifende Problemstellungen anwenden und in diesem Zusammenhang die Potentiale aber auch Grenzen der Sektorenkopplung im deutschen Energiesystem einschätzen und beurteilen. Insbesondere das Anwenden und Verknüpfen von bereits erlernten Methoden und Wissen soll hier von den Studierenden angewendet werden, sodass ein Weitblick über die verschiedenen Technologien erlangt wird.</p>		
<b>Personale Kompetenzen</b>	<p style="margin-left: 20px;"><i>Sozialkompetenz</i></p> <p>Die Studierenden können Problemstellungen in den Themengebieten der Sektorenkopplung und Integration von erneuerbaren Energien miteinander diskutieren.</p> <p style="margin-left: 20px;"><i>Selbstständigkeit</i></p> <p>Die Studierenden können sich selbstständig Quellen auf Basis der Vorlesungsschwerpunkte über das Fachgebiet erschließen und Wissen aneignen. Des Weiteren können die Studierenden weitere Technologien und Kopplungsmöglichkeiten für das Energiesystem selbst recherchieren.</p>		
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84		
<b>Leistungspunkte</b>	6		
<b>Prüfung</b>	Klausur		
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	180 min		
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Regenerative Energien: Vertiefung Bioenergiesysteme: Wahlpflicht Regenerative Energien: Vertiefung Solare Energiesysteme: Wahlpflicht Regenerative Energien: Vertiefung Windenergiesysteme: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L2049: Integration Erneuerbarer Energien I	
<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 Lenz
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Einführung</li> <li>2. Fossil dominiertes Energiesystem</li> <li>3. Megatrends der Energiewende</li> <li>4. Charakteristika der erneuerbaren Energiebereitstellungstechnologien - Strom</li> <li>5. Integration EE-Strom I</li> <li>6. Integration EE-Strom II</li> <li>7. Charakteristika der erneuerbaren Energiebereitstellungstechnologien - Wärme</li> <li>8. Integration EE-Wärme I</li> <li>9. Integration EE-Wärme II</li> <li>10. Charakteristika der erneuerbaren Energiebereitstellungstechnologien - Mobilität</li> <li>11. Integration EE-Mobilität</li> <li>12. Kommunikations- und Regelungstechnik</li> <li>13. Verbrauchsminderung</li> <li>14. Lastmanagement</li> <li>15. Zusammenspiel von erneuerbarer Erzeugung und geregelter sinkender Nachfrage</li> </ol>
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• D. Thrän (editor): Smart Bioenergy. Technologies and concepts for a more flexible bioenergy provision in future energy systems. Springer, Cham, Heidelberg, New York, Dordrecht, London, 2015</li> <li>• R. von Miller (Hrsg.): Lexikon der Energietechnik und Kraftmaschinen Band 6 und 7. Deutsche Verlags-Anstalt Stuttgart 1965</li> <li>• K. Naumann et. al.: Monitoring Biokraftstoffsektor. 3. Auflage, DBFZ Report Nr. 1, Leipzig, 2016</li> <li>• M. Kaltschmitt, W. Streicher, A. Wiese (Hrsg.): Erneuerbare Energien. Systemtechnik, Wirtschaftlichkeit, Umweltaspekte. 4. Auflage, Springer</li> </ul>

Lehrveranstaltung L2050: Integration Erneuerbarer Energien I	
<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. Volker Lenz
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung
<b>Literatur</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung

Lehrveranstaltung L2051: Integration Erneuerbarer Energien II	
<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 Lenz
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Einführung</li> <li>2. Power-to-Hydrogen</li> <li>3. Power-to-Gas</li> <li>4. Power-to-Liquid</li> <li>5. Power-to-Heat</li> <li>6. Hybrid-Technologien</li> <li>7. Verbund-Technologiekonzepte I</li> <li>8. Verbund-Technologiekonzepte II</li> <li>9. Anbindung an eine regenerative Industrieproduktion</li> <li>10. Nutzung der Rückstände der erneuerbaren Energiebereitstellung</li> <li>11. Biomasse als Systemstabilisator I</li> <li>12. Biomasse als Systemstabilisator II</li> <li>13. Systemmodellierung - Grundlagen</li> <li>14. Systemmodellierung - Ansätze und Ergebnisse</li> <li>15. Planungswerkzeuge</li> </ol>
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• D. Thrän (editor): Smart Bioenergy. Technologies and concepts for a more flexible bioenergy provision in future energy systems. Springer, Cham, Heidelberg, New York, Dordrecht, London, 2015</li> <li>• R. von Miller (Hrsg.): Lexikon der Energietechnik und Kraftmaschinen Band 6 und 7. Deutsche Verlags-Anstalt Stuttgart 1965</li> <li>• K. Naumann et. al.: Monitoring Biokraftstoffsektor. 3. Auflage, DBFZ Report Nr. 1, Leipzig, 2016</li> <li>• M. Kaltschmitt, W. Streicher, A. Wiese (Hrsg.): Erneuerbare Energien. Systemtechnik, Wirtschaftlichkeit, Umweltaspekte. 4. Auflage, Springer Berlin Heidelberg, 2006</li> <li>• Bundesministerium für Wirtschaft und Energie: Die Energie der Zukunft.</li> </ul>

Lehrveranstaltung L2052: Integration Erneuerbarer Energien II	
<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. Martin Kaltschmitt
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung
<b>Literatur</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung

<b>Lehrveranstaltung L0010: Zukunftsfähige Mobilität</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. Karsten Wilbrand
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Globale Megatrends und zukünftige Herausforderungen der Energieversorgung</li> <li>• Energieszenarien bis 2060 und Bedeutung für den Mobilitätssektor</li> <li>• Nachhaltiger Luft-, Schiffs-, Schienen und Strassenverkehr</li> <li>• Entwicklungen bei Fahrzeug- und Antriebs-Technologie</li> <li>• Überblick Heutige Kraftstoffe (Produktion und Einsatz)</li> <li>• Biokraftstoffe der 1. und 2. Generation (Verfügbarkeit, Produktion, Verträglichkeit)</li> <li>• Erdgas (GTL, CNG, LNG)</li> <li>• Elektromobilität mit Batterie und Wasserstoff-Brennstoffzelle</li> <li>• Well-to-Wheel CO2 Analysen der verschiedenen Optionen</li> <li>• Rechtlicher Rahmen für Personen und Güterverkehr</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eigene Unterlagen</li> <li>• Veröffentlichungen</li> <li>• Fachliteratur</li> </ul>

## Modul M0528: Maritime Technik und Offshore-Windkraftparks

### Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Einführung in die Maritime Technik (L0070)	Vorlesung	2	2
Einführung in die Maritime Technik (L1614)	Gruppenübung	1	1
Offshore-Windkraftparks (L0072)	Vorlesung	2	3

**Modulverantwortlicher** Prof. Moustafa Abdel-Maksoud

**Zulassungsvoraussetzungen** Keine

**Empfohlene Vorkenntnisse**

Qualifizierter Bachelor einer Natur- oder Ingenieurwissenschaft; Solide Kenntnisse Fähigkeiten in Mathematik, Mechanik, Strömungsmechanik.

Grundkenntnisse der Meerestechnik (z.B. aus der einführenden Veranstaltung 'Einführung in die Maritime Technik')

Gute Grundlagenkenntnisse im Bereich Technische Mechanik  
Hilfreich aber keine Voraussetzung: Vorkenntnisse in den Bereichen Hydromechanik, Stahlbau, Geotechnik.

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

**Fachkompetenz**

Nach dem Erfolgreichen Absolvieren dieses Kurses sollten die Studierenden einen Überblick über Phänomene und Methoden der Meerestechnik und Fähigkeit zu Anwendung und Transfer der Methoden auf neuartige Fragestellungen erworben haben. Im Einzelnen sollten die Studierenden:

- die verschiedenen Aspekte und Themenfelder der Maritimen Technik einordnen können,
- bestehende Methoden auf Fragestellungen der Maritimen Technik anwenden können,
- Grenzen des bestehenden Wissens und zukünftige Entwicklungen diskutieren können.

Anhand ausgewählter Themen sollen die Teilnehmer an aktuelle Forschungsfragen herangeführt und im Rahmen projektorientierter Übungsaufgaben zur Durchführung weitergehender eigenständiger Forschungsaktivitäten befähigt werden.

*Wissen* Lernziele im Einzelnen:

- Benennen aktueller Forschungsfragestellungen der Meerestechnik
- Erklären des derzeitigen Forschungsstandes
- Anwenden gegebener Techniken zur Bearbeitung vorgegebener Fragestellungen
- Bewerten der Grenzen aktueller Methoden
- Erkennen von Ansätzen zur Erweiterung bestehender Methoden
- Abschätzen von weiteren Entwicklungspotenzialen

Ein grundlegendes Verständnis der technischen Aufgabenstellungen im Bereich Offshore Windenergie und der Ansätze für ihre Lösung.  
Ein Einblick in die Marktbedingungen und in das Zusammenwirken der verschiedenen

	<p>Disziplinen (Windenergieanlagentechnik, Gründungsstrukturen, Umspannplattformen, parkinterne Verkabelung und Seekabel, Fertigung, Offshore Installation, Betrieb und Überwachung, Rückbau).</p>
<i>Fertigkeiten</i>	<p>Im Rahmen dieser Vorlesung über ein einziges Semester soll und kann den Studenten vor allem ein Überblickswissen und praxisorientierte Kenntnisse vermittelt werden.</p>
<b>Personale Kompetenzen</b>	
<i>Sozialkompetenz</i>	<p>Der Dozent trägt nicht nur vor, sondern skizziert an der Tafel und bindet die Studenten in einem Dialog ein. Die Studierenden sind damit gefordert sich zu artikulieren und einen Beitrag in der Gruppe zu leisten.</p>
<i>Selbstständigkeit</i>	<p>Die Studierenden werden in der Vorlesung immer wieder aufgefordert eigenständig mitzudenken und die grundlegenden Zusammenhänge aufzuzeigen.</p>
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70
<b>Leistungspunkte</b>	6
<b>Prüfung</b>	Klausur
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	180 min
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Energietechnik: Vertiefung Schiffsmaschinenbau: Wahlpflicht Regenerative Energien: Vertiefung Windenergiesysteme: Wahlpflicht

Lehrveranstaltung L0070: Einführung in die Maritime Technik	
<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. Sven Hoog
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	<p>1. Einführung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Maritime Technik und marine Wissenschaften</li> <li>• Potenziale der See</li> <li>• Industriestrukturen</li> </ul> <p>2. Küste und Meer: Umweltbedingungen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Physikalische und chemische Eigenschaften von Meerwasser und Meereis</li> <li>• Strömungen, Seegang, Wind, Eisdynamik</li> <li>• Biosphäre</li> </ul> <p>3. Antwortverhalten technischer Strukturen</p> <p>4. Maritime Systeme und Technologien</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Konstruktion und Installation von Offshore-Strukturen</li> <li>• Geophysikalische und geotechnische Aspekte</li> <li>• Verankerte und schwimmende Strukturen</li> <li>• Verankerungen, Riser, Pipelines</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Chakrabarti, S., Handbook of Offshore Engineering, vol. I/II, Elsevier 2005.</li> <li>• Gerwick, B.C., Construction of Marine and Offshore Structures, CRC-Press 1999.</li> <li>• Wagner, P., Meerestechnik, Ernst&amp;Sohn 1990.</li> <li>• Clauss, G., Meerestechnische Konstruktionen, Springer 1988.</li> <li>• Knauss, J.A., Introduction to Physical Oceanography, Waveland 2005.</li> <li>• Wright, J. et al., Waves, Tides and Shallow-Water Processes, Butterworth 2006.</li> <li>• Faltinsen, O.M., Sea Loads on Ships and Offshore Structures, Cambridge 1999.</li> </ul>

Lehrveranstaltung L1614: Einführung in die Maritime Technik	
<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. Sven Hoog
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung
<b>Literatur</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung

<b>Lehrveranstaltung L0072: Offshore-Windkraftparks</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. Alexander Mitzlaff
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nichtlineare Wellen: Stabilität, Strukturbildung, solitäre Zustände</li> <li>• Bodengrenzschicht: Wellengrenzschichten, Scour, Hangstabilität</li> <li>• Wechselwirkung zwischen Meereis und Offshore-Strukturen</li> <li>• Wellen- und Strömungsenergiekonversion</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Chakrabarti, S., Handbook of Offshore Engineering, vol. I&amp;II, Elsevier 2005.</li> <li>• Mc Cormick, M.E., Ocean Wave Energy Conversion, Dover 2007.</li> <li>• Infeld, E., Rowlands, G., Nonlinear Waves, Solitons and Chaos, Cambridge 2000.</li> <li>• Johnson, R.S., A Modern Introduction to the Mathematical Theory of Water Waves, Cambridge 1997.</li> <li>• Lykousis, V. et al., Submarine Mass Movements and Their Consequences, Springer 2007.</li> <li>• Nielsen, P., Coastal Bottom Boundary Layers and Sediment Transport, World Scientific 2005.</li> <li>• Research Articles.</li> </ul>

# 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>	Studierende können <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>			
	Studierende sind fähig, <ul style="list-style-type: none"> <li>• ein eigenes Projekt in Arbeitspakete zu strukturieren und abuarbeiten.</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</p> <p>Bioverfahrenstechnik: Abschlussarbeit: Pflicht</p> <p>Chemical and Bioprocess Engineering: Abschlussarbeit: Pflicht</p> <p>Computer Science: Abschlussarbeit: Pflicht</p> <p>Elektrotechnik: Abschlussarbeit: Pflicht</p> <p>Energie- und Umwelttechnik: Abschlussarbeit: Pflicht</p> <p>Energietechnik: Abschlussarbeit: Pflicht</p> <p>Environmental Engineering: Abschlussarbeit: Pflicht</p> <p>Flugzeug-Systemtechnik: Abschlussarbeit: Pflicht</p> <p>Global Innovation Management: Abschlussarbeit: Pflicht</p> <p>Informatik-Ingenieurwesen: Abschlussarbeit: Pflicht</p> <p>Informatik-Ingenieurwesen (Weiterentwicklung): Abschlussarbeit: Pflicht</p> <p>Information and Communication Systems: Abschlussarbeit: Pflicht</p> <p>International Production Management: Abschlussarbeit: Pflicht</p> <p>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Abschlussarbeit: Pflicht</p> <p>Joint European Master in Environmental Studies - Cities and Sustainability: Abschlussarbeit: Pflicht</p> <p>Logistik, Infrastruktur und Mobilität: Abschlussarbeit: Pflicht</p> <p>Materialwissenschaft: Abschlussarbeit: Pflicht</p> <p>Mathematical Modelling in Engineering: Theory, Numerics, Applications: Abschlussarbeit: Pflicht</p> <p>Mechanical Engineering and Management: Abschlussarbeit: Pflicht</p> <p>Mechatronics: Abschlussarbeit: Pflicht</p> <p>Mediziningenieurwesen: Abschlussarbeit: Pflicht</p> <p>Microelectronics and Microsystems: Abschlussarbeit: Pflicht</p> <p>Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Abschlussarbeit: Pflicht</p> <p>Regenerative Energien: Abschlussarbeit: Pflicht</p> <p>Schiffbau und Meerestechnik: Abschlussarbeit: Pflicht</p> <p>Ship and Offshore Technology: Abschlussarbeit: Pflicht</p> <p>Theoretischer Maschinenbau: Abschlussarbeit: Pflicht</p> <p>Verfahrenstechnik: Abschlussarbeit: Pflicht</p> <p>Wasser- und Umweltingenieurwesen: Abschlussarbeit: Pflicht</p>