



**Fakultät für Verfahrens- und Systemtechnik**

**und**

**Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik**

**Modulhandbuch für den  
Masterstudiengang**

***Nachhaltige Energiesysteme***

Magdeburg, 01.03.2011

<b>Modul</b>	<b>Seite</b>
<b>Pflichtmodule</b>	
Alternative Energien/ Regenerative Elektroenergiequellen	3
Regenerative Energien – Funktion, Komponenten, Werkstoffe	4
Modelling and Analysis of Energy Systems	5
Stromversorgungstechnik	6
Nachhaltigkeit	7
<b>Wahlpflichtmodule</b>	
Fluidenergiemaschinen	8
Windkraft	9
Wasserkraftanlagen	10
Elektrische Energienetze II - Energieversorgung	11
Leistungselektronische Systeme	12
Werkstoffe für energietechnische Anwendungen	13
Photovoltaische Energiesysteme	14
Halbleiterphysik: Physik der Solarzelle	15
Thermoelektrik	16
Elektromobilität	17
Elektrische Antriebssysteme	18
Brennstoffzellen	19
Portable und autarke Energiesysteme	20
Funktionale Materialien für die Energiespeicherung	21
Biofuels: Sustainable Production and Utilisation	22
Verbrennungstechnik	23
Wärmeanlagen	24

<b>Studiengang:</b> Master, Nachhaltige Energiesysteme
<b>Modul:</b> Alternative Energien/ Regenerative Elektroenergiequellen
<b>Ziele des Moduls (Kompetenzen):</b> Die Lehrveranstaltung vermittelt Kenntnisse zur Energieerzeugung aus regenerativen Energiequellen. Die Studenten lernen die wichtigsten regenerativen Energiequellen: Solarenergie, Wasserkraft, Windkraft und Biomasse kennen und es werden die Nutzungsmöglichkeiten der regenerativ verfügbaren Energiepotentiale aufgezeigt. Weiterhin werden Kenntnisse zur Energiespeicherung, zu Brennstoffzellen und zu Problemen der Netzintegration regenerativer Energieanlagen und Energiespeicher vermittelt.
<b>Inhalt:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Einführung, Elektrische Energiesysteme, Energiebegriffe</li><li>• Grundlagen des regenerativen Energieangebots, Energiebilanz</li><li>• Photovoltaische Stromerzeugung</li><li>• Stromerzeugung aus Wind</li><li>• Stromerzeugung aus Wasserkraft</li><li>• Brennstoffzellen</li><li>• Elektrische Energiespeicher</li><li>• Netzbetrieb lokaler Energieerzeuger</li></ul>
<b>Lehrformen:</b> Vorlesung + Übung
<b>Voraussetzung für die Teilnahme:</b>
<b>Arbeitsaufwand:</b> 150 h (42 h Präsenzzeit + 108 h selbständige Arbeit)
<b>Leistungsnachweise/Prüfung/Credits:</b> Mündliche Prüfung, 5 CP
<b>Modulverantwortlicher:</b> Prof. Dr.-Ing. habil. Zbigniew Antoni Styczynski (FEIT-IESY)

<b>Studiengang:</b> Master, Nachhaltige Energiesysteme
<b>Modul:</b> Regenerative Energien – Funktion, Komponenten, Werkstoffe
<b>Ziele des Moduls (Kompetenzen):</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Überblick über Energiemix, Energieverbrauch, Herkunft von Primärenergie,</li><li>• grundlegende Begriffe; Aufbau von Energie wandelnden Systemen; Einsparpotentiale</li></ul>
<b>Inhalt:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Arten von Energiequellen, Definitionen, insbesondere Solarthermie,</li><li>• Konzentration von Solarstrahlung,</li><li>• Planetenenergie,</li><li>• Geothermie,</li><li>• Biomasse,</li><li>• Solarchemie,</li><li>• Kraft-Wärme-Kopplung von RE-Generatoren</li><li>• Praktikum: Aufbau und Funktionsweisen von RE-Generatoren, Wärmepumpenprinzipien, Ermittlung von Kennlinien entsprechender RE-Generatoren (5 Praktikumsversuche)</li></ul>
<b>Lehrformen:</b> Vorlesung + Praktikum + Exkursion
<b>Voraussetzung für die Teilnahme:</b> naturwissenschaftliche oder ingenieurtechnische Grundlagenvorlesungen; ggf. erweitert durch Anpassungsveranstaltungen gemäß Studiengangsbeschreibung
<b>Arbeitsaufwand:</b> 200 h (28 h Präsenzzeit VL+ 72 selbständige Arbeit, 42 h Praktikum + Vor- und Nachbereitung)
<b>Leistungsnachweise/Prüfung/Credits:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Klausur 90 min, 9 CP</li></ul>
<b>Modulverantwortlicher:</b> Prof. Dr. Michael Scheffler FMB, IWF

<b>Studiengang:</b> Master, Nachhaltige Energiesysteme
<b>Modul: Modelling and analysis of energy systems</b>
<p><b>Ziele des Moduls (Kompetenzen):</b>          Goal of this module is to enable students to model, simulate and analyse any kind of energy system based on the physico-chemical fundamentals and the modelling tools learned in this course. As the students come from various backgrounds, they learn how to use methods of process engineering to analyse energy systems. The students gain knowledge on the basic mechanisms of conversion of one form of energy into another form, they know how to model each process unit in an energy system and how to combine these process models to a model for a complete energy system. By applying programming software (Matlab), they are able to simulate single process units and complete energy systems. This enables them to get a deeper insight into established conventional and renewable energy systems and into new concepts of energy systems, and to further analyse and optimise these systems. Numerous examples and exercises are integrated into the course to ensure that the students are able to readily apply their knowledge in future research and industry work.</p>
<p><b>Inhalt:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Overview on energy conversion processes</li> <li>• Mass and energy balances in energy processes</li> <li>• Reaction engineering of energy processes</li> <li>• Diffusion, heat transport and thermochemical enthalpy changes</li> <li>• Compression and expansion</li> <li>• Analysis of energy systems</li> </ul>
<p><b>Lehrformen:</b>          Vorlesung (2 SWS), Übung (1 SWS)</p>
<p><b>Voraussetzung für die Teilnahme:</b>          Grundlagen der Programmierung, der Thermodynamik, Physik und Chemie, Englischkenntnisse</p>
<p><b>Arbeitsaufwand:</b>          150 hours (48 hours in lecture/exercise + 102 hours private studies)</p>
<p><b>Leistungsnachweise/Prüfung/Credits:</b>          written exam 90 min., 5 CP</p>
<p><b>Schrifttum:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Chemical and energy process engineering, S. Skogestad, CRC press</li> <li>2. Umweltschonende Energietechnik, N. Khartchenko, Vogel Fachbuch</li> <li>3. Green power: The eco-friendly energy engineering, N. Khartchenko, Technip Books International</li> </ol>
<b>Modulverantwortlicher:</b> Jun.-Prof. Ulrike Krewer (FVST, VT)

<b>Studiengang:</b> Master, Nachhaltige Energiesysteme
<b>Modul: Stromversorgungstechnik</b>
<b>Ziele des Moduls (Kompetenzen):</b> Es werden Kenntnisse über leistungselektronische Stellglieder, die zur Nutzung von aus erneuerbaren Quellen erzeugter elektrischer Energie erforderlich sind, vermittelt. Methoden für Analyse und Auslegung der Energieversorgungssysteme unter besonderer Berücksichtigung der Leistungselektronik werden eingeübt. Hierfür wird die thematische Vernetzung mit anderen für das Energieversorgungssystem wesentlichen Fachgebieten aufgezeigt. Die Übung trägt zur Vertiefung und Veranschaulichung anwendungstypischer Größenordnungen bei.
<b>Inhalt:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Systemarchitekturen und Topologien für Inselbetrieb sowie netzgekoppelten Betrieb:</li><li>• Photovoltaik-Anlagen</li><li>• Windenergie-Anlagen</li><li>• drehzahlvariable Wasserkraft-Anlagen</li><li>• Brennstoffzellen und Speicher</li></ul>
<b>Lehrformen:</b> Vorlesung + Übung
<b>Voraussetzung für die Teilnahme:</b> Grundlagen der Leistungselektronik
<b>Arbeitsaufwand:</b> 150 h (42 h Präsenzzeit + 108 h selbständige Arbeit)
<b>Leistungsnachweise/Prüfung/Credits:</b> Mündliche Prüfung, 5 CP
<b>Modulverantwortlicher:</b> Prof. Dr.-Ing. Andreas Lindemann (FEIT-IESY)

<b>Studiengang:</b> Master, Nachhaltige Energiesysteme
<b>Modul:</b> Nachhaltigkeit
<b>Ziele des Moduls (Kompetenzen):</b> Die Studenten erwerben einen breiten Einblick in die Bedeutung der Nachhaltigkeit von Energiesystemen und die verschiedenen Facetten von Nachhaltigkeit. Sie erkennen ferner die Zusammenhänge zwischen technischen Energiesystemen und deren Effekte auf die Ökologie und das soziale Umfeld sowie die ökonomischen und genehmungstechnischen Randbedingungen. Durch die in der Vorlesung erworbenen Kenntnisse können die Studenten Technologie nachhaltiger entwickeln und gezielt kommunizieren. Zusätzlich wird in einer Team-Projektarbeit eine Energietechnologie detailliert erforscht; die Studenten erlernen hierbei, sich selbständig in ein Gebiet einzuarbeiten, eine aktuelle Themenstellung im Team zu bearbeiten und die Erkenntnisse zu präsentieren. Zusätzlich erhalten Sie Einblick in Forschung und Entwicklung an Energiesystemen.
<b>Inhalt:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Ringvorlesung Nachhaltigkeit mit den Themen: Umweltökonomik, Klimaänderung, Umweltpsychologie, Ökologische Folgen der Landnutzungsänderung, Genehmigungsverfahren</li><li>• Wissenschaftliche Projektarbeit in Gruppen mit Vortrag</li></ul>
<b>Lehrformen:</b> Ringvorlesung (2 SWS) und wissenschaftliche Projektarbeit mit Vortrag (1 SWS)
<b>Voraussetzung für die Teilnahme:</b>
<b>Arbeitsaufwand:</b> 150 Stunden
<b>Leistungsnachweise/Prüfung/Credits:</b> unbenoteter Leistungsnachweis, 5 CP
<b>Modulverantwortlicher:</b> Jun.-Prof. Ulrike Krewer (FVST, VT)

Wahlpflichtmodule für die Spezialisierungsbereiche:

Strömungstechnische Energiewandlung (SE), Halbleiterbasierte Energiewandlung (HE), Elektrochemische Energiewandlung und Speicherung (EES), Thermische Energiewandlung und Speicherung (TES)

<b>Studiengang:</b> Master, Nachhaltige Energiesysteme (SE)
<b>Modul:</b> Fluidenergiemaschinen
<b>Ziele des Moduls (Kompetenzen):</b> Kennenlernen der grundlegenden Funktionsprinzipien und des konstruktiven Aufbaus der Fluidenergiemaschinen, Kennenlernen des Betriebsverhaltens und des Betriebes dieser Maschinen bei optimalen Energieumsetzung und Energienutzung
<b>Inhalt:</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Aufgabe, Einsatzgebiete, Bedeutung in der Energiewirtschaft, rationeller Energieverbrauch in Anlagen. Strömungstechnische Grundlagen.</li><li>2. Energiebilanz, Thermodynamische Grundlagen</li><li>3. Energieübertragung in Strömungsmaschinen</li><li>4. Kinematik der Laufraddurchströmung, Einfluss der endlichen Zahl der Laufschaufeln</li><li>5. Ähnlichkeitsbetrachtungen, Besonderheiten der Axialschaufeln</li><li>6. Leiteinrichtungen, Kennlinien, Kennfeld und Regelung von Strömungsarbeitsmaschinen</li><li>7. Besonderheiten im Betriebsverhalten bei Teillast und Überlast von Arbeitsmaschinen, Grenzleistung</li><li>8. Wasserturbinen, Bedeutung in der Energiewirtschaft</li><li>9. Dampfturbinen, Bedeutung in der Energiewirtschaft, Teil 1</li><li>10. Dampfturbinen, Bedeutung in der Energiewirtschaft, Teil 2</li><li>11. Dampfturbinen, Bedeutung in der Energiewirtschaft, Teil 3</li><li>12. Gasturbinen, Anwendung</li><li>13. Kombinierte GT-DT Anlage</li><li>14. Windturbinen</li></ol>
<b>Lehrformen:</b> Vorlesung mit integrierten Übungen
<b>Voraussetzung für die Teilnahme:</b> Strömungsmechanik I, Thermodynamik
<b>Arbeitsaufwand:</b> Präsenzzeit: 42 Stunden, Selbststudium: 108 Stunden
<b>Leistungsnachweise/Prüfung/Credits:</b> Klausur, 5 CP
<b>Modulverantwortlicher:</b> Prof. Dr.-Ing. D. Thévenin (FVST)



<b>Studiengang:</b> Master, Nachhaltige Energiesysteme (SE)
<b>Modul: Windenergie</b>
<b>Ziele des Moduls (Kompetenzen):</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Erwerb von grundlegenden Kenntnissen zur Umwandlung und Nutzung der Windenergie für die Stromerzeugung</li><li>• Erwerb von Kenntnissen über Komponenten, Gestaltung, Funktion und Anwendung von Windkraftanlagen</li><li>• Erwerb von Fähigkeiten zur Berechnung und Auslegung von Windkraftanlagen ☒</li></ul>
<b>Inhalt:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Grundbegriffe, Potentiale, Rahmenbedingungen</li><li>• Physik der Windenergienutzung, grundlegende Konversionsprinzipien</li><li>• Auslegung von Windturbinen, Tragflügeltheorie</li><li>• Kennfeldberechnung und Teillastverhalten</li><li>• Berechnungsverfahren, Leistungskennlinie</li><li>• Aufbau von Windkraftanlagen, Anlagenkomponenten, Generatorarten</li><li>• Generator-Netz-Kopplung, Netzurückwirkungen</li><li>• Systemdienstleistungen</li><li>• Wirtschaftlichkeitsbetrachtung ☒</li></ul>
<b>Lehrformen:</b> Vorlesung + Übung
<b>Voraussetzung für die Teilnahme:</b>
<b>Arbeitsaufwand:</b> 150 h (42 h Präsenzzeit + 108 h selbständige Arbeit)
<b>Leistungsnachweise/Prüfung/Credits:</b> Mündliche Prüfung, 5 CP
<b>Modulverantwortlicher:</b> Prof. Dr.-Ing. Antje Orths (FEIT-IESY), Prof. Dr.-Ing. habil. Zbigniew Antoni Styczynski (FEIT-IESY)

<b>Studiengang:</b> Master, Nachhaltige Energiesysteme (SE)
<b>Modul: Wasserkraftanlagen</b>
<b>Ziele des Moduls (Kompetenzen):</b> Die Teilnehmer der Lehrveranstaltung lernen Aufbau, Funktion und energiewirtschaftliche Einordnung von Wasserkraftwerken kennen. Sie erhalten einen Überblick über die heutige Nutzung von Wasserkraft, sowie die energiewirtschaftlichen und gesetzlichen Rahmenbedingungen. Der technische Teil behandelt die physikalisch-technische Grundlagen der Wasserkraftnutzung, den Aufbau von Laufwasser- und Speicherkraftwerken, sowie die Prinzipien der Nutzung der Meeresenergien.
<b>Inhalt:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Einteilung und Aufbau der Wasserkraftwerke (WKA)</li><li>• Ausgeführte Turbinen in WKA</li><li>• Bauelemente von Wasserkraftwerken</li><li>• Hydrodynamische Grundlagen</li><li>• Typen von konventionellen Wasserkraftwerken</li><li>• Laufwasserkraftwerke</li><li>• Speicherkraftwerke</li><li>• Pumpspeicher-Kraftwerke</li><li>• Turbinen für konventionelle Wasserkraftwerke</li><li>• Alternative Wasserkraftwerke</li><li>• Gezeitenkraftwerke</li><li>• Planung eines Kraftwerkes</li><li>• Regelung</li></ul>
<b>Lehrformen:</b> Vorlesung
<b>Voraussetzung für die Teilnahme:</b>
<b>Arbeitsaufwand:</b> 150 h (Präsenzzeit: 28 Stunden, Selbststudium: 72 Stunden, Seminararbeit mit Vortrag 50 h)
<b>Leistungsnachweise/Prüfung/Credits:</b> Mündliche Prüfung, 5 CP
<b>Modulverantwortlicher:</b> Wolfgang Bogenrieder (50Hertz), Prof. Dr.-Ing. habil. Zbigniew Antoni Styczynski (FEIT-IESY)

<b>Studiengang:</b> Master, Nachhaltige Energiesysteme (SE, HE)
<b>Modul:</b> Elektrische Energienetze II - Energieversorgung
<b>Ziele des Moduls (Kompetenzen):</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Vermittlung vertiefender Kenntnisse im Bereich der Energieübertragung und -verteilung,</li><li>• Vermittlung von vertiefenden Kenntnissen über Netzplanung, Netzbetrieb, Netzregelung und Netzdienstleistungen,</li><li>• Aneignung von Spezialwissen zu Problemen der Netzbeobachtung, zur Netzsicherheit, zur Black-Out-Prevention und zur Netzintegration von dezentralen Erzeugern.☐</li></ul>
<b>Inhalt:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Netzplanung und Netzbetrieb,</li><li>• Netzregelung, Parallelbetrieb von Generatoren,</li><li>• Netzdienstleistungen,</li><li>• Netzbeobachtung durch synchrone Messungen,</li><li>• Dynamic Security Assessment,</li><li>• Black-Out-Prevention,</li><li>• Windparkmodellierung und Modellreduktion</li><li>• Organisation der Energiewirtschaft,</li><li>• Bilanzkreise und Übertragungsnetzbetrieb,</li><li>• Kostenrechnung in der Energiewirtschaft,</li><li>• Zuverlässigkeitsrechnung im Energienetz</li></ul>
<b>Lehrformen:</b> Vorlesung + Übung
<b>Voraussetzung für die Teilnahme:</b>
<b>Arbeitsaufwand:</b> 150 h (42 h Präsenzzeit + 108 h selbständige Arbeit)
<b>Leistungsnachweise/Prüfung/Credits:</b> Mündliche Prüfung, 5 CP
<b>Modulverantwortlicher:</b> Prof. Dr.-Ing. habil. Zbigniew Antoni Styczynski (FEIT-IESY)

<b>Studiengang:</b> Master, Nachhaltige Energiesysteme (SE, HE)
<b>Modul:</b> Leistungselektronische Systeme
<b>Ziele des Moduls (Kompetenzen):</b> Es werden Kenntnisse über leistungselektronische Systeme – bestehend aus leistungselektronischer Schaltung sowie versorgungs- und anwendungsspezifischer Steuerung bzw. Regelung und Peripherie – vermittelt. Methoden für Analyse und Entwurf systembezogener Fragestellungen werden eingeübt. Hierbei wird die thematische Vernetzung mit anderen Fachgebieten aufgezeigt. Die Übung trägt zur Veranschaulichung anwendungstypischer Größenordnungen bei.
<b>Inhalt:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• netzfreundliche Stromrichter</li><li>• getaktete Stromversorgungen</li></ul>
<b>Lehrformen:</b> Vorlesung + Übung
<b>Voraussetzung für die Teilnahme:</b> Grundlagen der Leistungselektronik
<b>Arbeitsaufwand:</b> 150 h (42 h Präsenzzeit + 108 h selbständige Arbeit)
<b>Leistungsnachweise/Prüfung/Credits:</b> Mündliche Prüfung, 5 CP
<b>Modulverantwortlicher:</b> Prof. Dr.-Ing. Andreas Lindemann (FEIT-IESY)

<b>Studiengang:</b> Master, Nachhaltige Energiesysteme (alle Spezialisierungsrichtungen)
<b>Modul: Werkstoffe für energietechnische Anwendungen</b>
<b>Ziele des Moduls (Kompetenzen):</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Überblick über neuartige Werkstoffe für spezielle Anwendungen/mit hohem Anwendungspotential in der regenerativen Energietechnik; Hochtemperaturwerkstoffe in Verbrennungsanlagen, Werkstoffe in Energie-speicheranlagen;</li><li>• Vermittlung von Kenntnissen zu Herstellung, Eigenschaften, Struktur und (potentiellen) Anwendungen</li></ul>
<b>Inhalt:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Werkstoffe für Brennstoffzellen,</li><li>• Solarzellen und Solarabsorber;</li><li>• HTSL-Werkstoffe;</li><li>• Kompositwerkstoffe in mechanischen Wandlern,</li><li>• zellulare Werkstoffe in RE-Generatoren und -speichern</li></ul>
<b>Lehrformen:</b> Vorlesung + Übung
<b>Voraussetzung für die Teilnahme:</b>
<b>Arbeitsaufwand:</b> 150 h (42 h Präsenzzeit + 108 h selbständige Arbeit)
<b>Leistungsnachweise/Prüfung/Credits:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Klausur 90 min, 5 CP</li></ul>
<b>Modulverantwortlicher:</b> Prof. Dr. Michael Scheffler FMB, IWF

<b>Studiengang:</b> Master, Nachhaltige Energiesysteme (HE)
<b>Modul:</b> Photovoltaische Energiesysteme
<b>Ziele des Moduls (Kompetenzen):</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Erwerb von grundlegenden Kenntnissen zur Umwandlung von Strahlungsenergie in elektrische Energie</li><li>• Erwerb von Kenntnissen über Komponenten, Gestaltung, Funktion und Anwendung von photovoltaischen Energiesystemen</li><li>• Erwerb von Fähigkeiten zur Berechnung und Auslegung von Photovoltaikanlagen</li></ul>
<b>Inhalt:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Energetisches Potential der Sonne</li><li>• Physikalische Grundlagen</li><li>• Photoelektrische Effekte in Halbleitern</li><li>• Photovoltaische Energiewandlung mit Solarzellen</li><li>• Komponenten, Eigenschaften, Aufbau und Betriebsverhalten von Photovoltaikanlagen</li><li>• Berechnung und Auslegung von Photovoltaikanlagen</li><li>• Solar-Wechselrichter</li><li>• Anwendung photovoltaisch erzeugter Elektroenergie</li></ul>
<b>Lehrformen:</b> Vorlesung + Übung
<b>Voraussetzung für die Teilnahme:</b>
<b>Arbeitsaufwand:</b> 150 h (42 h Präsenzzeit + 108 h selbständige Arbeit)
<b>Leistungsnachweise/Prüfung/Credits:</b> Mündliche Prüfung, 5 CP
<b>Modulverantwortlicher:</b> Prof. Dr.-Ing. habil. Zbigniew Antoni Styczynski (FEIT-IESY), Dipl.-Ing. Hans-Dieter Musikowski (FEIT-IESY)

<b>Studiengang:</b> Master, Nachhaltige Energiesysteme (HE)	
<b>Modul Halbleiterphysik: Physik der Solarzelle</b>	
<b>Ziele des Moduls und zu erwerbende Kompetenzen:</b>	
<b>Fachliche Kompetenzen:</b>	
Die Absolventinnen und Absolventen erlangen folgende fachliche Kompetenzen:	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Kenntnisse grundlegender Begriffe und Konzepte der Photovoltaik</li> <li>2. Kenntnisse über die Wirkungsweise einkristalliner, polykristalliner und amorpher Si-Solarzellen, Zellen aus Verbindungshalbleitern und von Mehrfach solarzellen</li> <li>3. Grundkenntnisse über die wesentlichen Herstellungsverfahren</li> </ol>	
<b>Soziale Kompetenzen:</b>	
Die Absolventinnen und Absolventen erwerben die Fähigkeiten	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Probleme der Photovoltaik und deren Lösungen kompetent und verständlich darzustellen.</li> </ol>	
<b>Inhalte:</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <u>Einführung / Halbleitereigenschaften</u> Halbleitereigenschaften Generation und Rekombination von Ladungsträgern Metall-Halbleiterkontakt Halbleiter Heterostruktur, Anderson Modell Stromerzeugung – belichtete Diode, Gärtner Modell Auswahlkriterien für Solarzellen, Optimierung, Shockley-Queisser Limit wichtige Halbleiter für die Photovoltaik</li> <li>2. <u>Silizium Solarzellen</u> Kristallherstellung, Design von Solarzellen, Solarzellherstellung Degeneration von amorphen Solarzellen</li> <li>3. <u>Mehrfach solarzellen</u> Konzepte, Wirkungsgrad, Realisierung</li> </ol>	
<b>Lehrformen:</b>	
1 Vorlesung (2 SWS) und Seminararbeit	
<b>Voraussetzung für die Teilnahme:</b>	
Kenntnisse in Festkörperphysik vorteilhaft	
<b>Arbeitsaufwand:</b>	
Vorlesung	28 h
Selbststudium	72 h
Seminararbeit mit Vortrag	50 h
<b>Leistungsnachweise/Credits:</b>	
- Seminararbeit mit Vortrag, Klausur	
- Gesamtzahl der Credits für das Modul: 5	
<b>Modulverantwortlicher:</b>	
Priv.-Doz. Dr. rer. nat. habil. Armin Dadgar, Fakultät für Naturwissenschaften, Institut für Experimentelle Physik (FNW, IEP)	

<b>Studiengang:</b> Master, Nachhaltige Energiesysteme (HE)
<b>Modul:</b> Thermoelektrik
<b>Ziele des Moduls (Kompetenzen):</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Die Studierenden kennen die chemischen und physikalischen Grundlagen des thermoelektrischen Effekts und die prinzipiellen Möglichkeiten der Nutzung dieses Effekts zur Erzeugung von Elektroenergie.</li><li>- Sie kennen die grundlegenden Probleme bei der technischen Nutzung dieser Materialien.</li><li>- Darauf aufbauend können Sie neue Strategien zur Lösung dieser Probleme interpretieren und weiterentwickeln.</li></ul>
<b>Inhalt:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Seebeck-Effekt, Peltier-Effekt, Randbedingungen</li><li>· Anwendung von Metallen, Thermoelektrische Spannungsreihe</li><li>· Halbleitermaterialien, Dotierung</li><li>· Skutterudite, Clathrate und Zinkantimonid</li><li>· Perowskite</li><li>· Nanostrukturierte Materialien</li><li>· Neue Verarbeitungstechnologien</li><li>· Systemintegration</li><li>· Applikationen</li></ul>
<b>Lehrformen:</b> Vorlesung + Seminararbeit
<b>Voraussetzung für die Teilnahme:</b> Grundkenntnisse in Physik und Chemie
<b>Arbeitsaufwand:</b> 150 h (Präsenzzeit: 28 Stunden, Selbststudium: 72 Stunden, Seminararbeit mit Vortrag 50 h)
<b>Leistungsnachweise/Prüfung/Credits:</b> Mündliche Prüfung, 5 CP
<b>Modulverantwortlicher:</b> Prof. Dr. Franziska Scheffler (FVST)
<b>Schrifttum:</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Eigener Foliensatz vom Dokumentenserver OvGU ladbar</li><li>2. Introduction to Thermoelectricity, H. Julian Goldsmid, Springer-Verlag 2009</li></ol>



<b>Studiengang:</b> Master, Nachhaltige Energiesysteme (EES)
<b>Modul: Elektromobilität</b>
<b>Ziele des Moduls (Kompetenzen):</b> Es werden Kenntnisse über die Elektromobilität, deren einzelnen Komponenten sowie Funktionalität des Gesamtsystems, vermittelt. Das Ziel des Seminars besteht darin, ein vielfältiges und notwendiges Spektrum an Informationen über Einsatz und Nutzung der Elektromobilität zu bekommen. Diese gehen von den Grundlagen der Energiespeicherung über die effiziente Umsetzung der Energie zum Fahrzeugantrieb und Wirkungsgradaspekte bis hin zu Informations- und Kommunikationstechnologien zur Steuerung des Fahrzeugflotten und der intelligenten/gesteuerten Ladung sowie Fragen der Netzanbindung der Elektrofahrzeuge. Damit ergibt sich eine Reihe von Verknüpfungen mit anderen Fachgebieten.
<b>Inhalt:</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Einführung (Geschichte der Elektromobilität inkl. Hybridtechnik)</li><li>2. Energiebilanzen, Vergleich mit konventionellen Kfz und Einsatzgebiete</li><li>3. Batterietechnik und Batteriemangement</li><li>4. Leistungselektronik</li><li>5. Motoren und Antriebe</li><li>6. Netzintegration, Ladung, Lastmanagement, Anforderungen an Energie- und Logistiknetze</li><li>7. Kommunikation und Komponenten für Mobilitätsysteme</li><li>8. Gesetzliche und rechtliche Grundlagen</li><li>9. Zusammenfassung der Vorlesungsreihe</li></ol>
<b>Lehrformen:</b> Vorlesung und Übung
<b>Voraussetzung für die Teilnahme:</b> Grundlagen der Elektrotechnik
<b>Arbeitsaufwand:</b> Präsenzzeit: Vorlesung 2h/Woche, Übung, 2h/jede zweite Woche (2+1) Selbständiges Arbeiten: Vorlesung nacharbeiten, Übungsaufgaben lösen, Prüfung vorbereiten
<b>Dauer des Moduls</b> Ein Semester
<b>Leistungsnachweise/Prüfung/Credits:</b> 5 Credit Points, Mündliche Prüfung ohne Hilfsmittel am Ende des Moduls Notenskala gemäß Prüfungsordnung
<b>Modulverantwortlicher:</b> Dr.-Ing. Przemyslaw Komarnicki Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF, Sandtorstr. 22, 39106 Magdeburg, Germany, Telefon: +49 391 40 90-373   Telefax: +49 391 40 90-370 <a href="mailto:komarn@iff.fraunhofer.de">mailto:komarn@iff.fraunhofer.de</a> , <a href="http://www.iff.fraunhofer.de">http://www.iff.fraunhofer.de</a> , Prof. Dr.-Ing. habil. Zbigniew Antoni Styczynski (FEIT-IESY),

<b>Studiengang:</b> Master, Nachhaltige Energiesysteme (EES)
<b>Modul:</b> Elektrische Antriebssysteme
<b>Ziele des Moduls (Kompetenzen):</b> Vermittlung grundlegender Kenntnisse zu den Aufgaben, Funktionseinheiten und Struktur gesteuerter und geregelter Elektrischer Antriebssysteme, Vermittlung grundlegender Fähigkeiten zur Auswahl eines Elektrischen Antriebssystems und zur Beurteilung der erreichbaren stationären und dynamischen Kennwerte, Festigung des Wissens in rechnerischen Übungen
<b>Inhalt:</b> Aufgaben, Funktionsgruppen und Struktur eines elektrischen Antriebssystems Kenngrößen von Bewegungsvorgängen und Arbeitsmaschinen, Mechanik des Antriebssystems, typische Widerstandsmomenten-Kennlinien von Arbeitsmaschinen, das mechanische Übertragungssystem stationäres und dynamisches Verhalten von ausgewählten elektrischen Maschinen, ihre Drehzahl-Drehmomenten-Kennlinien, sowie Verfahren und Funktionsgruppen für die Drehzahlstellung Schaltungsanordnungen und Steuerverfahren für den Anlauf, die Bremsung und die Drehzahlstellung von Drehstromantrieben, Strukturen geregelter elektrischer Antriebe
<b>Lehrformen:</b> Vorlesung+Übungen
<b>Voraussetzung für die Teilnahme:</b>
<b>Arbeitsaufwand:</b> 150 h (42 h Präsenzzeit + 108 h selbstständige Arbeit)
<b>Leistungsnachweise/Prüfung/Credits:</b> Klausur 90 min/ 5 CP
<b>Modulverantwortlicher:</b> Prof. Dr. F. Palis, FEIT (IESY)

<b>Studiengang:</b> Master, Nachhaltige Energiesysteme (EES)
<b>Modul: Brennstoffzellen</b>
<b>Ziele des Moduls (Kompetenzen):</b> Die Teilnehmer der Lehrveranstaltung sollen zur systematischen Auslegung und Analyse von Brennstoffzellensystemen befähigt werden. Die Vorlesung vermittelt Kenntnisse über die grundlegende Funktionsweise von Brennstoffzellen, aktuelle technische Entwicklungen und Anwendungsszenarien. Der theoretische Teil betrifft die mathematische Prozessmodellierung. Im anwendungsbezogenen Teil der Vorlesung werden verschiedene Typen von Brennstoffzellen behandelt, ein Laborversuch zur elektrochemischen Analytik durchgeführt sowie eine industriellen Anlage im Betrieb vorgestellt.
<b>Inhalt:</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1) Funktionsprinzip, Geschichte und Typen von Brennstoffzellen</li><li>2) Grundlagen der Elektrochemie· Doppelschichtphänomene, Thermodynamik, Reaktionskinetik</li><li>3) Stofftransport· Stofftransport in Membranen und Poren</li><li>4) Modellierung· Konzentrierte und örtlich verteilte Beschreibung</li><li>5) Experimentelle Methoden</li><li>6) Brennstoffe· Herstellung, Handhabung, Reformierungskonzepte</li><li>7) Brennstoffzellensysteme· Hochtemperatur- und Niedertemperatursysteme</li></ol>
<b>Lehrformen:</b> Vorlesung + Übung, Laborversuch, Demonstration einer industriellen Anlage
<b>Voraussetzung für die Teilnahme:</b> VL Technische Thermodynamik, VL Simulationstechnik
<b>Arbeitsaufwand:</b> 150 h (Präsenzzeit: 42 Stunden, Selbststudium: 108 Stunden)
<b>Leistungsnachweise/Prüfung/Credits:</b> Mündliche Prüfung, 5 CP
<b>Modulverantwortlicher:</b> Prof. Dr.-Ing. habil K. Sundmacher (FVST)

<b>Studiengang:</b> Master, Nachhaltige Energiesysteme (EES)
<b>Modul: Portable und autarke Energiesysteme</b>
<b>Ziele des Moduls (Kompetenzen):</b> Die Studenten erwerben einen breiten und tiefen Einblick in die Möglichkeiten portabler und autarker Energieversorgung und die ihnen zugrunde liegenden physikalisch-chemischen Prinzipien. Sie verstehen die detaillierten Prozesse in weit verbreiteten Technologien wie Batterien und Zukunftstechnologien wie Brennstoffzellen und Energy Harvesting sowie deren Betriebsverhalten. Zusätzliche Kenntnisse von Aufbau und technischer Realisierung dieser Systeme befähigen die Studenten, Korrelationen zwischen Betriebsverhalten und Aufbau der Systeme zu ziehen. Die Studenten können die erworbenen Kompetenzen sowohl zur Weiterentwicklung dieser Technologien einsetzen als auch zur optimalen Integration der Technologien in größere Systeme (Beispiel: Elektromobilität).
<b>Inhalt:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Elektrochemische Grundlagen</li><li>• Batterien</li><li>• Superkondensatoren</li><li>• Brennstoffzellen</li><li>• Energy Harvesting</li></ul>
<b>Lehrformen:</b> Vorlesung (2 SWS)+ Seminararbeit mit Vortrag (1 SWS)
<b>Voraussetzung für die Teilnahme:</b> Grundlagen in Physik und Chemie
<b>Arbeitsaufwand:</b> 150 Stunden (Präsenzzeit: 28 Stunden, Selbststudium: 72 Stunden, Seminararbeit mit Vortrag 50 h)
<b>Leistungsnachweise/Prüfung/Credits:</b> mündliche Prüfung, 5 CP
<b>Schrifttum:</b> 1) eigener Foliensatz und Buchauszüge zum Download 2) Elektrochemie, C.H. Hamann und W. Vielstich, Wiley VCH
<b>Modulverantwortlicher:</b> Jun.-Prof. Ulrike Krewer (FVST, VT)

<b>Studiengang:</b> Master, Nachhaltige Energiesysteme (EES, TES)
<b>Modul:</b> Funktionale Materialien für die Energiespeicherung
<p><b>Ziele des Moduls (Kompetenzen):</b>          Die Studierenden können die Einflussfaktoren und wichtigsten Techniken der heutigen Energieversorgung für Deutschland sowie weltweit benennen und analysieren. Sie können die Notwendigkeit für die Entwicklung und den verstärkten Einsatz von Energiespeichern begründen. Die Studierenden sind in der Lage, die unterschiedlichen Prinzipien zur Speicherung thermischer, elektrischer, chemischer und mechanischer Energie zu beschreiben und die möglichen Verfahren bezüglich der materialspezifischen Anforderungen zu werten. Besonderes Augenmerk wird dabei auch auf aktuelle Entwicklungen in der Forschung gelegt.</p>
<p><b>Inhalt:</b>  <b>1. Thermische Energie</b> Temperaturbereiche der Energiespeicherung und Temperaturhub zw. Wärmequelle und -bedarf          sensible, latente, Adsorptions- und Absorptionswärme; Grundlagen          Unterschied Kurzzeit-, Langzeit- u. Saisonalspeicher          Materialien: feste Systeme, flüssige Systeme          Spezifische Anwendungen  <b>2. Elektrische Energie</b> Akkumulatoren und Batterien: Übersicht, Arten, Einsatzgebiete          gravimetrische und volumetrische Speicherdichte          Standardpotentiale, Abhängigkeit von Temperatur des Systems und Konzentration der Reaktanden          Nernst-Gleichung für die einzelnen Systeme          Lade-/Entladekinetik; thermische Belastung; Auslegung          Bilder existierender Anlagen          Supercaps: Funktionsweise  <b>3. Chemische Energie</b> Wasserstoff, Herstellung über Elektrolyse, Speicherung          Adam- und Eva-Prozess  <b>4. Druckluft</b> Speicherorte und Potentiale          Funktionsweise  <b>5. Schwungräder</b> Langsame, schnelle, Potentiale, Wirkprinzip  <b>6. Sonstiges</b> z.B. Pumpspeicherwerke</p>
<p><b>Lehrformen:</b>          Vorlesung, Übungen</p>
<p><b>Voraussetzung für die Teilnahme:</b>          Grundkenntnisse in Physik und Chemie</p>
<p><b>Arbeitsaufwand:</b>          3 SWS, (2 VL, 1 Ü)          Selbststudium 96 h</p>
<p><b>Leistungsnachweise/Prüfung/Credits:</b>          Klausur 90 min, 4 CP</p>
<p><b>Modulverantwortlicher:</b> Prof. Dr. F. Scheffler</p>
<p><b>Schrifttum:</b> Energy Storage, R. A. Huggins (Springer Verlag), Erneuerbare Energien und Klimaschutz, Volker Quaschnig (Carl Hanser Verlag), Foliensatz zum download</p>

<b>Studiengang:</b> Master, Nachhaltige Energiesysteme (TES)
<b>Modul: Biofuels: Sustainable Production and Utilisation</b>
<p><b>Ziele des Moduls (Kompetenzen):</b>          The lecture will give an overview of the conversion of biomass to various fuels. The biomass resources, the production processes as well as their energetic, economical and ecological aspects are declared. The principles of the sustainability and life cycle assessment (well-to-wheel) for the production and utilization of biofuels will be presented.</p>
<p><b>Inhalt:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Renewable biomass sources in comparison to fossil sources</li> <li>2. Biomass feedstock and intermediates</li> <li>3. Biofuels (Ethanol, FAME, HVO, FT-Fuels, biogas, methanol, hydrogen)              Properties, utilization, comparison to fossil fuels</li> <li>4. Production Processes              Ethanol production routes (conventional – lignocellulosic), Biodiesel: Transesterification and vegetable oil hydrogenation, Thermochemical conversion: Biomass gasification and pyrolysis, Fischer-Tropsch process for biomass-to-liquid (BTL) conversion, Algae culture and utilisation for biofuel production (hydrogen and liquid fuel), Biomass relation to GHG Emissions</li> <li>5. Sustainability of biofuel production and utilisation              Principles of LCA and case studies for biofuel production</li> </ol>
<p><b>Lehrformen:</b>          Vorlesung Lectures and private studies: literature research with the university library on-line database (scopus) and a preparation of a literature survey for an actual subject in the field.</p>
<p><b>Voraussetzung für die Teilnahme:</b>          Basic courses of chemistry and chemical engineering (Bachelor level)</p>
<p><b>Arbeitsaufwand:</b> Lectures: 2 SWS, Private studies: 1 SWS (literature survey)</p>
<p><b>Leistungsnachweise/Prüfung/Credits:</b> oral examination / 5 CP</p>
<p><b>Modulverantwortlicher:</b> Dr. L. Rihko-Struckmann (FVST, IVT)</p>

<b>Studiengang:</b> Master, Nachhaltige Energiesysteme (TES)
<b>Modul:</b> Verbrennungstechnik
<b>Ziele des Moduls (Kompetenzen):</b> Vermittlung der chemischen und physikalischen Mechanismen von Verbrennungsvorgängen, um Flammen hinsichtlich Entstehung, Wärmeentwicklung, Emissionen, Löschung, Brennstoffeinfluss, etc. verstehen und beurteilen zu können.
<b>Inhalt:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Zusammensetzung gasförmiger, flüssiger und fester brennbarer Stoffe</li><li>· Luftbedarf, Zusammensetzung von Verbrennungsgasen</li><li>· Energiebilanzen, Wärmefreisetzung</li><li>· Temperatur von Verbrennungsgasen</li><li>· Reaktionsmechanismus</li><li>· Zünd- und Löschvorgänge, Löscharabstand, Zündgrenzen, zündfähige Gemische</li><li>· Flammenausbildung</li><li>· Verbrennung flüssiger Stoffe</li><li>· Verbrennung fester Stoffe wie Kohlen, Metalle, Holz, etc.</li><li>· Bildung von Emissionen</li><li>· Brenner, Verbrennungssysteme</li><li>· Detonationen, Explosionen</li></ul>
<b>Lehrformen:</b> Vorlesung + Übung
<b>Voraussetzung für die Teilnahme:</b>
<b>Arbeitsaufwand:</b> 150 h (Präsenzzeit: 42 Stunden, Selbststudium: 108 Stunden)
<b>Leistungsnachweise/Prüfung/Credits:</b> Mündliche Prüfung, 5 CP
<b>Modulverantwortlicher:</b> Prof. Dr.-Ing. E. Specht; (FVST)

<b>Studiengang:</b> Master, Nachhaltige Energiesysteme (TES)
<b>Modul: Wärmekraftanlagen</b>
<p><b>Ziele des Moduls (Kompetenzen):</b>                  Die Studenten erlangen die Kompetenz, die theoretischen Inhalte der Thermodynamik mit dem Praxisfall Wärmekraftanlagen zu verbinden. Sie erwerben Grundlagenkenntnisse über die Prozesse zur Erzeugung mechanischer Energie aus fossilen Brennstoffen und werden für integrierte Umweltaspekte sensibilisiert.                  In der Übung werden die Fertigkeiten zur mathematischen Betrachtung dieser komplexen energetischen Prozesse trainiert und gefestigt.</p>
<p><b>Inhalt:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Die Energiewandlung als Basis für die Entwicklung der Menschheit und ihre Auswirkung auf die Umwelt, globale Energieverbräuche, Entwicklung des Energieverbrauchs in Deutschland, Prinzipielle Möglichkeiten der Energieeinsparung</li> <li>- Fossile Brennstoffe, Feuerungstechnische Wirkungsgrade, Emissionen</li> <li>- Motorische Energiewandlung, Vormischflammen, Diffusionsflammen, Motorenkonzepte, thermische Wirkungsgrade, Diesel-Motor</li> <li>- Otto-Motor, Zündung, Verbrennung, Gas-Motor, Turbine</li> <li>- Grundlagen der Kreisprozesse zur Erzeugung elektrischer Energie: Carnotisierung,</li> <li>- Prozesscharakteristiken, Prinzip der Regeneration, Anwendung der Berechnungsprogramme von Wagner zur Beschreibung des Zustandsverhaltens von Wasser nach IAPWS-I 97 (Industriestandard)</li> <li>- Dampfturbinenprozesse: Kreisprozesscharakteristik, Möglichkeiten der Wirkungsgradverbesserung, Regenerative Speisewasservorwärmung, Zwischenüberhitzung, überkritische Arbeitsweise</li> <li>- Fossilgefeuerte Dampfkraftanlagen: Schaltbilder und Energieflussdiagramme, Dampferzeuger, Verluste, Abgasbehandlung und Umweltaspekte, Wirkungsgrade und technischer Stand</li> <li>- Kombiprozesse:                  Energetische Bewertung, Grundsaltungen, Leistungsverhältnis, Wirkungsgrade und technischer Stand</li> <li>- Kraft-Wärme-Kopplung:                  Getrennte und gekoppelte Erzeugung von Wärme und Elektroenergie, Bedarfsanalyse, Stromkennzahl, Grundsaltungen, wärme- und stromgeführte Fahrweise, Dampfturbinen für Wärmeauskopplung (Gegendruck- und Entnahme-Kondensationsanlage), BHKW's mit Kolbenmotoren und Gasturbinen, thermodynamische Bewertung und Umweltaspekte</li> </ul>
<p><b>Lehrformen:</b>                  Vorlesung + Übung</p>
<p><b>Voraussetzung für die Teilnahme:</b>                  Technische Thermodynamik, Strömungsmechanik I</p>
<p><b>Arbeitsaufwand:</b>                  150 h (Präsenzzeit: 56 Stunden, Selbststudium: 94 Stunden)</p>
<p><b>Leistungsnachweise/Prüfung/Credits:</b>                  Klausur, 5 CP</p>
<p><b>Modulverantwortlicher:</b> Prof. Dr.-Ing. E. Specht; Prof. Dr.-Ing. J. Schmidt (FVST)</p>