



Fakultät für Verfahrens- und Systemtechnik
und
Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik

MODULHANDBUCH
für den Masterstudiengang
NACHHALTIGE ENERGIESYSTEME

Stand: 10.08.2024

Inhaltsverzeichnis

Vorbemerkungen	1
1. Pflichtmodule	2
1.1 Elektrische Netze I: stationäre Netzberechnung / Power Network Planning and Operation ...	2
1.2 Herausforderungen und Entwicklung von Nachhaltigkeitsstrategien im Ingenieurbereich	3
1.3 Regenerative Elektroenergiequellen - Systembetrachtung	4
1.4 Regenerative Energien – Funktion, Komponenten, Werkstoffe / Renewable Energies – Materials, Components, Function.....	5
1.5 Systeme der Leistungselektronik.....	6
1.6 Nichttechnische Module	7
1.7 Masterarbeit.....	8
2. Wahlpflichtmodule	9
2.1 Combustion Engineering	9
2.2 Elektrische Antriebe - Elektrische Fahrtriebe	11
2.3 Electrochemical Process Engineering.....	12
2.4 Energiespeicher Wasserstoff (Ringvorlesung).....	13
2.5 Fluidenergiemaschinen	14
2.6 Fuel Cells.....	15
2.7 Funktionale Materialien für die Energiespeicherung.....	16
2.8 Grüner Wasserstoff.....	18
2.9 Methoden der Optimierung elektrischer Energieversorgungsnetze	20
2.10 Numerische Strömungsmechanik / Computational Fluid Dynamics.....	21
2.11 Operative Systemführung elektrischer Netze.....	23
2.12 Physik der Solarzelle.....	24
2.13 Sustainability Assessment (LCA) for Biofuels.....	25
2.14 Thermische Prozesstechnik	27
2.15 Thermoelektrik	28
2.16 Wasser- und Flusskraftwerke	29
2.17 Werkstoffe für energietechnische Anwendungen.....	30
2.18 Windenergie	31

Vorbemerkungen

Der Studiengang Nachhaltige Energiesysteme gliedert sich in einen Pflichtbereich und einen Wahlpflichtbereich.

Der Pflichtbereich beinhaltet die folgenden Module:

• Elektrische Netze I: stationäre Netzberechnung	5 CP
• Herausforderungen und Entwicklung von Nachhaltigkeitsstrategien im Ingenieurbereich	5 CP
• Regenerative Elektroenergiequellen – Systembetrachtung	5 CP
• Regenerative Energien – Funktion, Komponenten, Werkstoffe	9 CP
• Systeme der Leistungselektronik	5 CP
• Nichttechnische Module	6 CP
• Masterarbeit	30 CP
Summe	65 CP

Im Wahlpflichtbereich sind weitere 25 CP zu erwerben. Hierbei müssen 15 CP in einer der folgenden Spezialisierungsrichtungen erworben werden:

- (Elektro)chemische Energiewandlung und -speicherung (EES)
- Halbleiterbasierte Energiewandlung (HE)
- Strömungsmechanische Energiewandlung (SE)
- Thermische Energiewandlung und -speicherung (TES)

Die verbleibenden 10 CP können aus dem spezialisierungsübergreifenden Angebot (siehe Modulbeschreibungen) und/oder anderen Spezialisierungsrichtungen erbracht werden.

Damit ergeben sich die für den Studiengang insgesamt zu erbringen Leistungen wie folgt:

• Pflichtbereich	65 CP
• Wahlpflichtbereich (Spezialisierungsrichtung)	15 CP
• Wahlpflichtbereich (außerhalb der Spezialisierungsrichtung)	10 CP
Summe	90 CP

1. Pflichtmodule

1.1 Elektrische Netze I: stationäre Netzberechnung / Power Network Planning and Operation

Studiengang: Master Nachhaltige Energiesysteme (Pflichtmodul)
Modul: Elektrische Netze I: stationäre Netzberechnung
Ziele des Moduls (Kompetenzen): Die Studenten werden durch den Abschluss des Moduls in die Lage versetzt, die systemischen Zusammenhänge und Verfahren zur statischen Berechnung elektrischer Energieversorgungsnetze zu verstehen bzw. umzusetzen. Sie lernen die dazu notwendigen mathematischen Berechnungsverfahren und die Methoden zur Modellierung elektrischer Betriebsmittel kennen. Der Abschluss des Moduls befähigt die Studenten, die statischen Charakteristika während der Planungsphase und des Betriebs zu verstehen, modellhaft zu beschreiben und zu berechnen.
Inhalt <ul style="list-style-type: none"> • Statische Betriebsmittelmodellierung • Statische Netzberechnungsverfahren <ul style="list-style-type: none"> ○ Modale Komponenten ○ Topologiebeschreibung elektrischer Netze ○ Leistungsflussberechnung ○ Kurzschlussstromberechnung ○ Netzzustandsschätzung (State Estimation) ○ Winkelstabilität ○ Fehlerberechnung • Netzberechnung mit MATLAB
Lehrformen: Vorlesung, Übung
Voraussetzung für die Teilnahme: Grundlagenkenntnisse im Bereich der Leistungselektronik
Arbeitsaufwand: 150 h (42 h Präsenzzeiten (2 SWS Vorlesung + 1 SWS Übung)) + 108 h Selbststudium)
Leistungsnachweise/Prüfung/Credits: - / Klausur (90 min) / 5 CP
Modulverantwortlicher: Prof. Dr.-Ing. habil. M. Wolter, FEIT

1.2 Herausforderungen und Entwicklung von Nachhaltigkeitsstrategien im Ingenieurbereich

Studiengang: Master Nachhaltige Energiesysteme (Pflichtmodul)
Modul: Herausforderungen und Entwicklung von Nachhaltigkeitsstrategien im Ingenieurbereich
Ziele des Moduls (Kompetenzen): 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 genehmigungstechnischen 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.
Inhalt <ul style="list-style-type: none">• Ringvorlesung Nachhaltigkeit mit den Themen: Umweltökonomik, Klimaänderung, Umweltpsychologie, Ökologische Folgen der Landnutzungsänderung, Genehmigungsverfahren• Wissenschaftliche Projektarbeit in Gruppen mit Vortrag
Lehrformen: Ringvorlesung, wissenschaftliche Projektarbeit mit Vortrag
Voraussetzung für die Teilnahme: keine
Arbeitsaufwand: 150 h (42 h Präsenzzeiten (2 SWS Vorlesung + 1 SWS Projektarbeit) + 108 h Selbststudium)
Leistungsnachweise/Prüfung/Credits: benoteter Leistungsnachweis / - / 5 CP
Modulverantwortliche: Prof. Dr. rer. nat. F. Scheffler, FVST

1.3 Regenerative Elektroenergiequellen - Systembetrachtung

Studiengang: Master Nachhaltige Energiesysteme (Pflichtmodul)
Modul: Regenerative Elektroenergiequellen - Systembetrachtung
Ziele des Moduls (Kompetenzen): Die Studierenden verfügen am Ende des Moduls über Kenntnisse zur elektrischen Energieerzeugung aus regenerativen Quellen und zur Integration der regenerativen Elektroenergiequellen in das gesamte Energiesystem. Die Studierenden sind mit Beendigung des Moduls in der Lage, die qualitativen und quantitativen Auswirkungen der aus verschiedenen erneuerbaren Quellen erzeugten elektrischen Energie auf das Energieversorgungssystem zu erkennen und zu bewerten. Sie lernen die Nutzungsmöglichkeiten der regenerativ verfügbaren Energiepotentiale kennen und können Probleme der verstärkten Netzintegration durch Betrachtung des Gesamtsystems unter Einbeziehung von Energiespeichern und Brennstoffzellen nachvollziehen und beeinflussen. Dies trägt zum Verständnis für so genannte „Smart-Grids“ bei.
Inhalt <ul style="list-style-type: none"> • Einführung, Energiebegriffe, Elektrische Energiesysteme, Smart Grid • Grundlagen des regenerativen Energieangebots, Energiebilanz • Photovoltaische Stromerzeugung • Stromerzeugung aus Wind • Stromerzeugung aus Wasserkraft • Brennstoffzellen • Elektrische Energiespeicher • Netzintegration regenerativer Erzeuger • Netzbetrieb lokaler Energieerzeuger
Lehrformen: Vorlesung , Übung
Voraussetzung für die Teilnahme: keine
Arbeitsaufwand: 150 h (42 h Präsenzzeiten (2 SWS Vorlesung + 1 SWS Übung) + 108 h Selbststudium)
Leistungsnachweise/Prüfung/Credits: - / Klausur (90 min) / 5 CP
Modulverantwortlicher: Prof. Dr.-Ing. habil. M. Wolter, FEIT

1.4 Regenerative Energien – Funktion, Komponenten, Werkstoffe / Renewable Energies – Materials, Components, Function

Studiengang: Master Nachhaltige Energiesysteme (Pflichtmodul)
Modul: Regenerative Energien – Funktion, Komponenten, Werkstoffe
Ziele des Moduls (Kompetenzen): <ul style="list-style-type: none"> • Überblick über Energiemix, Energieverbrauch, Herkunft von Primärenergie • grundlegende Begriffe; Aufbau von Energie wandelnden Systemen; Einsparpotentiale
Inhalt <ul style="list-style-type: none"> • Grundlegendes, Arten von Energiequellen, Definitionen und Begriffe • Nutzung von Solarstrahlung, Konzentration von Solarstrahlung • Planetenenergie • Geothermie • Biomasse • Solarchemie • Kraft-Wärme-Kopplung von RE-Generatoren • Anlagenauslegung anhand von ausgewählten Beispielen
Lehrformen: Vorlesung, Übung, Praktikum, Exkursion
Voraussetzung für die Teilnahme: naturwissenschaftliche und ingenieurtechnische Grundlagenkenntnisse
Arbeitsaufwand: 270 h (42 h Präsenzzeiten (2 SWS Vorlesung + 1 SWS Übung) + 108 h Selbststudium + 120 h Praktikum und Exkursion)
Leistungsnachweise/Prüfung/Credits: - / Klausur (90 min) / 9 CP
Modulverantwortlicher: Prof. Dr. rer. nat. M. Scheffler, FMB
Literaturhinweise: werden in der Einführungsveranstaltung bekanntgegeben

1.5 Systeme der Leistungselektronik

Studiengang: Master Nachhaltige Energiesysteme (Pflichtmodul)
Modul: Systeme der Leistungselektronik
Ziele des Moduls (Kompetenzen): Die Studierenden werden durch das Modul in die Lage versetzt, den Einsatz bekannter leistungselektronischer Schaltungen in komplexen Systemen zu implementieren; aufgrund der Anwendungsbeispiele insbesondere von Systemen zur Versorgung mit aus erneuerbaren Quellen erzeugter elektrischer Energie sowie für Elektrofahrzeuge können die Studierenden die erworbenen Kompetenzen unmittelbar in diesen Bereichen einsetzen und sich darüber hinaus in andere Gebiete einarbeiten. Die Studierenden sind in der Lage, die Funktionsweise der leistungselektronischen Systeme nachzuvollziehen; darüber hinaus können sie entsprechende Systeme anwendungsspezifisch auslegen. Sie sind befähigt, Zusammenhänge zwischen dem behandelten und benachbarten Fachgebieten zu erkennen und gewonnene Erkenntnisse auch interdisziplinär anzuwenden, wie sie sich beispielsweise durch die oben genannten Anwendungsbereiche ergeben.
Inhalt <ul style="list-style-type: none"> • Stromversorgungen • leistungselektronische Systeme für aus erneuerbaren Quellen erzeugte elektrische Energie <ul style="list-style-type: none"> ○ Photovoltaik-Anlagen ○ Windenergie-Anlagen ○ drehzahlvariable Wasserkraft-Anlagen ○ Brennstoffzellen und Speicher ○ Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung (HGÜ) • leistungselektronische Systeme in Fahrzeugen – Elektromobilität <ul style="list-style-type: none"> ○ elektrische Antriebstechnik ○ Ladegeräte
Lehrformen: Vorlesung, Übung
Voraussetzung für die Teilnahme: Grundlagenkenntnisse im Bereich der Leistungselektronik
Arbeitsaufwand: 150 h (42 h Präsenzzeiten (2 SWS Vorlesung + 1 SWS Übung) + 108 h Selbststudium)
Leistungsnachweise/Prüfung/Credits: - / Klausur (90 min) / 5 CP
Modulverantwortlicher: Prof. Dr.-Ing. A. Lindemann, FEIT

1.6 Nichttechnische Module

Studiengang: Master Nachhaltige Energiesysteme (Pflichtmodul)
Modul: Nichttechnische Module – eine Liste empfohlener Module kann unter folgender Internetadresse eingesehen werden: https://www.fvst.ovgu.de/vst_media/Dokumente/Pr%C3%BCfungsamt/Formulare/Sonstiges/NTWPfKatal
Ziele des Moduls (Kompetenzen): siehe Beschreibung des jeweiligen Moduls
Inhalt siehe Beschreibung des jeweiligen Moduls
Lehrformen: siehe Beschreibung des jeweiligen Moduls
Voraussetzung für die Teilnahme: keine
Arbeitsaufwand: 150 h (Umfang der Präsenzzeiten abhängig vom jeweiligen Modul)
Leistungsnachweise/Prüfung/Credits: siehe Beschreibung des jeweiligen Moduls, 6 CP
Modulverantwortlicher: siehe Beschreibung des jeweiligen Moduls
Literaturhinweise: siehe Beschreibung des jeweiligen Moduls

1.7 Masterarbeit

Studiengang: Master Nachhaltige Energiesysteme (Pflichtmodul)
Modul: Masterarbeit
Ziele des Moduls (Kompetenzen): Es soll der Nachweis erbracht werden, dass innerhalb einer vorgegebenen Frist ein Problem selbständig mit wissenschaftlichen Methoden bearbeitet werden kann. Sie haben die Fähigkeit, mögliche Lösungsansätze zu analysieren und kritisch zu bewerten. Sie können ihre Arbeit im Kontext der aktuellen Forschung einordnen.
Inhalt Themenstellungen zu aktuellen Forschungsvorhaben werden von den Professoren der Fakultäten bekannt gegeben. Die Studierenden können sich ein Thema ihrer Neigung auswählen. Die Ausgabe des Themas ist im Prüfungsamt mit den Namen der Prüfer aktenkundig zu machen. Im Kolloquium haben die Studierenden nachzuweisen, dass sie in der Lage sind, Arbeitsergebnisse aus der selbständigen wissenschaftlichen Bearbeitung in einem Fachgespräch zu verteidigen. Dazu müssen die Ergebnisse in einem Vortrag von max. 15 Minuten dargestellt und diesbezügliche Fragen beantwortet werden.
Lehrformen: selbständige Problembearbeitung mit Abschlussarbeit
Voraussetzung für die Teilnahme: siehe Studien- und Prüfungsordnung
Arbeitsaufwand: 22 Wochen
Leistungsnachweise/Prüfung/Credits: Masterarbeit / Kolloquium / 30 CP
Modulverantwortliche: Prof. Dr. rer. nat. F. Scheffler, FVST (Prüfungsausschussvorsitzende)

2. Wahlpflichtmodule

2.1 Combustion Engineering

Course: Master Nachhaltige Energiesysteme (Wahlpflichtmodul; Spezialisierungsrichtung TES)
Module: Combustion Engineering
Objectives and Competence: The students can conduct energy and mass balances in order to calculate product composition, flame temperature of burners or firing efficiency for heating devices. The student can formulate reaction rates for elementary reactions and identify elementary reactions from global mechanism. They are aware of the techniques to simplify detailed mechanism for specific situations (e.g. lean or rich combustion). The students understand the concept of explosion and flammability, and are able to assess risk related to combustion. They understand the concept of laminar flame propagation that gradients sustained by the chemical reactions permit the necessary heat and mass transport for flame propagation. They can draw qualitatively for a premixed flame, where the flame front is, and the profiles of various quantities (temperature, density, velocity, mass fractions of reactant, intermediate and products). They can estimate the flame height, and they can evaluate the effect of various parameters (pressure, fuel, reactant temperature) on the laminar flame speed. For laminar non-premixed flame, they can draw qualitatively mass fraction and temperature contours, and estimate the length of flame. They grasp the concept of turbulence, and understand the effect of turbulence on the length of turbulent flames whether premixed or non-premixed. They have a basic understanding of the main mechanism involved in the combustion of liquid and solid and fuels. They know the main routes for pollutant formations and available reductive measures. They understand the functioning principles and limitations of the measurement techniques for temperature, velocity, or species concentration for combustion research.
Contents: <ul style="list-style-type: none"> • Phenomenology and Typology of Combustion • Thermodynamics of Combustion • Chemical kinetics • Ignition • Laminar flame theory (premixed and non-premixed flame) • Turbulent Combustion • Pollutant formations • Combustion of Liquids and Solids • Combustion diagnostics
Teaching: Lectures with tutorials
Requirement for participation: Basic knowledge in Thermodynamics, Heat Transfer, Fluid Mechanics, Reaction kinetics
Work load: 150 h (time of attendance: 42 hours (3 semester hours per week), autonomous work: 108 hours)
Examination/Credits:

- / written exam (120 min) / 5 CP

Responsibility:

Jun.-Prof. Dr. A. Diéguez-Alonso, FVST

Literature:

- Documents to be downloaded on e-learning platform
- S. Turns, *"An introduction to Combustion: Concepts and Applications"* McGraw-Hills, 2011
- J. Warnatz, U. Mass and R.W. Dibble, *"Combustion"* Springer, 2006

2.2 Elektrische Antriebe - Elektrische Fahrtriebe

Studiengang: Master Nachhaltige Energiesysteme (Wahlpflichtmodul; Spezialisierungsrichtung EES)
Modul: Elektrische Antriebe - Elektrische Fahrtriebe
Ziele des Moduls (Kompetenzen): Die Studierenden werden durch das Modul in die Lage versetzt, die Einsatzmöglichkeiten der elektrischen Maschinen zu bewerten und elektrische Antriebssysteme grundlegend zu berechnen. Nach Abschluss des Moduls können die Studierenden, die stationären und dynamischen Modelle der einzelnen Bestandteile eines Antriebssystems, sowie dessen Wechselwirkung nachvollziehen. Sie sind befähigt, elektrische Maschinen und einfache Antriebssysteme im Labor zu prüfen.
Inhalt - Aufgaben, Funktionsgruppen und Struktur der elektrischen Antriebssystemen - Stationäres und dynamischen Verhalten der Arbeitsmaschinen - Modell der Gleichstrommaschine - Drehmomentregelung - Raumzeigerdarstellung zur Analyse von Drehfeldmaschinen - Modell der permanentenerregten Synchronmaschine - Vereinfachtes Modell der Asynchronmaschine - Thermischen Vorgängen - Wirkungsgrad des Antriebssystems
Lehrformen: Vorlesung, Übung
Voraussetzung für die Teilnahme: Grundlagenkenntnisse in den Bereichen Elektrotechnik und Regelungstechnik
Arbeitsaufwand: 150 h (42 h Präsenzzeit (2 SWS Vorlesung + 1 SWS Übung) + 108 h Selbststudium)
Leistungsnachweise/Prüfung/Credits: - / Klausur (90 min) / 5 CP
Modulverantwortlicher: Prof. Dr.-Ing. R. Leidhold, FEIT
Literaturhinweise: Ulrich Riefenstahl: Elektrische Antriebssysteme: Grundlagen, Komponenten, Regelverfahren, Bewegungssteuerung. 3. Aufl. Vieweg + Teubner Wiesbaden, 2010, ISBN 978-3-8348-1331-2

2.3 Electrochemical Process Engineering

Studiengang: Master Nachhaltige Energiesysteme (Wahlpflichtmodul; Spezialisierungsrichtung EES)
Modul: Electrochemical Process Engineering
Ziele des Moduls (Kompetenzen): In this course the students acquire physicochemical and engineering basics of electrochemical process engineering (EPE). In the first part the students learn fundamentals of EPE. They learn to determine the most important figures of merit in EPE, like current efficiency, yield and selectivity, specific energy consumption and space time yield. In the second part they acquire knowledge how EPE fundamentals are transferred into praxis to develop some of the most important electrochemical technologies. The lectures are followed by experimental laboratory courses which strengthen the relationship between theory and experimental methods in EPE. The students also learn to critically evaluate and analyse experimental data.
Inhalt <ul style="list-style-type: none"> • Introduction (Fundamental laws, Figures of merit, Cell voltage) • Basics of electrochemistry (Ionic conductivity, Electrochemical thermodynamics, Double layer, Electrochemical kinetics) • Mass transport (Diffusion, Migration, Convection) • Current distribution (Primary, Secondary, Tertiary) • Electrochemical reaction engineering (Electrolyte, Electrodes, Separators, Reactors, Mode of operation) • Electrolysis (Chlor-alkali electrolysis, Organic electrosynthesis, Electroplating) • Electrochemical energy sources (Batteries, Supercapacitors)
Lehrformen: Vorlesung (2 SWS), Übung (1 SWS)
Voraussetzung für die Teilnahme: <ul style="list-style-type: none"> • Basic knowledge in chemistry and physical chemistry • Mass and heat transport • Chemical reaction engineering
Arbeitsaufwand: 3 SWS, Präsenzzeit: 42 Stunden, Selbststudium: 108 Stunden
Leistungsnachweise/Prüfung/Credits: - / mündliche Prüfung / 5 CP
Modulverantwortlicher: Prof. Dr.-Ing. K. Sundmacher, FVST Lehrende: PD Dr.-Ing. habil. T. Vidaković-Koch
Literaturhinweise: <ul style="list-style-type: none"> • K. Scott, Electrochemical Reaction Engineering, Academic Press Limited, 1991, ISBN 0-12-633330-0. • V. M. Schmidt, Elektrochemische Verfahrenstechnik, Grundlagen, Reaktionstechnik, Prozessoptimierung, Wiley-VCH GmbH & Co. KGaA, 2003, ISBN 3-527-29958-0. • D. Pletcher, F. C. Walsh, Industrial Electrochemistry, 2nd Edition, Blackie Academic & Professional, Paperback edition, 1993, ISBN 0-7514-0148-X.

2.4 Energiespeicher Wasserstoff (Ringvorlesung)

Studiengang: Master Nachhaltige Energiesysteme (Wahlpflichtmodul; spezialisierungsübergreifend)
Modul: Energiespeicher Wasserstoff (Ringvorlesung)
Ziele des Moduls (Kompetenzen): Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> • verfügen über ein Grundverständnis des Konzepts Wasserstoff als Energieträger. • können die Nutzung von Wasserstoff in die Grundprinzipien der Nachhaltigkeit einordnen. • verfügen über ein Grundverständnis zum Zusammenhang der Nutzung erneuerbarer Energien und Wasserstoff. • kennen die Herausforderungen, Ziele und Grundprinzipien der Energiewende mit Wasserstoff und können diese auf konkrete Gegebenheiten anwenden. • kennen die Herausforderungen bezüglich der Akzeptanz und des Verständnisses für Wasserstoff in der Gesellschaft und können dazu faktenbasiert kommunizieren.
Inhalt <ul style="list-style-type: none"> • variiert nach Lehrangebot • Fachwissen zu Wasserstoff (Herstellung von grünem Wasserstoff, sicherer Umgang, Materialien zur Wasserstoffspeicherung, Infrastruktur und Netzabdeckung) • Erneuerbare Energien • Nachhaltigkeit • Umweltpsychologie und Wasserstoff • Anwendung von Wasserstoff in Unternehmen • Gesellschaftliche Aspekte der Anwendung: Vorbehalte und Akzeptanz in der Nutzung von Wasserstoff • Kosten-Nutzen-Betrachtungen bei der Nutzung von Wasserstoff
Lehrformen: Ringvorlesung
Voraussetzung für die Teilnahme: keine
Arbeitsaufwand: 150 h (28 h Präsenzzeit + 122 h Selbststudium oder 150 h Selbststudium bei Nutzung der asynchronen Videoaufzeichnungen)
Leistungsnachweise/Prüfung/Credits: - / Lernportfolio / 5 CP
Modulverantwortlicher: Dr. rer. nat. Claudia Swanson, FVST und ZWW
Literaturhinweise: aus der jeweiligen Vorlesung zu entnehmen

2.5 Fluidenergiemaschinen

Studiengang: Master Nachhaltige Energiesysteme (Wahlpflichtmodul; Spezialisierungsrichtung SE)
Modul: Fluidenergiemaschinen
Ziele des Moduls (Kompetenzen): Nach der Teilnahme an diesem Modul beherrschen die Studenten das grundsätzliche Funktionsprinzip der Fluidenergiemaschinen (FEM) und kennen die charakteristischen Typen (Pumpen, Verdichter, Gebläse, Ventilatoren, Wasserturbinen, Dampfturbinen, Windturbinen) sowie ihre volkswirtschaftliche Bedeutung und die speziellen Einsatzgebiete. Sie kennen das Betriebsverhalten der FEM und sind in der Lage, die Einsatzmöglichkeiten dieser Maschinen zu beurteilen und sie selbständig auszuwählen. Durch Rechenbeispiele in der Übung beherrschen sie insbesondere das Zusammenspiel einer Pumpe und einer Dampfturbine mit der jeweiligen Anlage.
Inhalt <ul style="list-style-type: none"> • Aufgabe von Fluidenergiemaschinen, Einteilung der Fluidenergiemaschinen nach verschiedenen Kriterien • Strömungstechnische und thermodynamische Grundlagen zur Beschreibung der Funktion von Fluidenergiemaschinen • Änderung der Arbeitsfähigkeit des Fluids beim Durchströmen einer Fluidarbeitsmaschine und einer Fluidkraftmaschine, Energieflussdiagramm, Verluste, Wirkungsgrade • Energieübertragung im Laufrad einer Fluidenergiemaschine, Ähnlichkeitsgesetze, Kennzahlen • Aufbau, konstruktive Merkmale und Einsatzgebiete sowie Betriebsverhalten von Fluidarbeitsmaschinen (Pumpen, Verdichter, Gebläse, Ventilator), Grenzleistungsbedingungen • Aufbau, konstruktive Merkmale und Einsatzgebiete sowie Betriebsverhalten von Fluidkraftmaschinen (Wasser-, Dampf-, Windturbinen), Grenzleistungsbedingungen • Zusammenwirken von Fluidenergiemaschinen mit Anlagen
Lehrformen: Vorlesung, Übung
Voraussetzung für die Teilnahme: Grundlagenkenntnisse in der Bereichen Strömungstechnik, Thermodynamik und Konstruktionslehre
Arbeitsaufwand: 150 h (42 h Präsenzzeit (2 SWS Vorlesung + 1 SWS Übung) + 108 h Selbststudium)
Leistungsnachweise/Prüfung/Credits: - / mündliche Prüfung / 5 CP
Modulverantwortlicher: Dr.-Ing. S. Hoerner, FVST
Literaturhinweise: siehe: http://www.ovgu.de/isut/LSS/Lehre/Vorlesungen/buecher_FEM.pdf

2.6 Fuel Cells

Studiengang: Master Nachhaltige Energiesysteme (Wahlpflichtmodul; Spezialisierungsrichtung EES)
Modul: Fuel Cells
Ziele des Moduls (Kompetenzen): The participants understand the principles of electrochemical energy conversion. They are aware of the technical applications and future trends in the area of fuel cells. The participants are able to analyse, design and optimise fuel cell systems and possess basic knowledge in the area of fuel processing.
Inhalt <ol style="list-style-type: none"> 1. Introduction to fuel cells <ul style="list-style-type: none"> • Working principle • Types of fuel cells • Applications 2. Steady-state behaviour of fuel cells <ul style="list-style-type: none"> • Potential field • Constitutive relations (Nernst equation, electrochemical reaction kinetics, mass transport) • Integral balance equations for mass and energy • Current-voltage-curve, efficiencies, design 3. Experimental methods in fuel cell research 4. Fuels <ul style="list-style-type: none"> • Handling and storage of hydrogen • Fuel processing 5. Fuel cell systems
Lehrformen: Lecture and tutorial
Voraussetzung für die Teilnahme: Basic knowledge on thermodynamics, electrochemistry, reaction engineering and mass transport is advantageous
Arbeitsaufwand: 150 h (42 h time of attendance (one-week full-time block seminar (3 semester hours per week) + private studies: 108 hours
Leistungsnachweise/Prüfung/Credits: - / oral exam / 5 CP
Modulverantwortliche: Dr.-Ing. T. Vidakovic-Koch, MPI Magdeburg
Literaturhinweise: <ul style="list-style-type: none"> • Lecture notes, available for download • Vielstich, W. <i>et al.</i>: Handbook of Fuel Cells, Wiley 2003 • Larminie, J. and Dicks, A.: Fuel Cell Systems Explained, Wiley, 2003 • Haman, C.H. and Vielstich, W.: Electrochemistry, Wiley, 1998 • Bard, A.J. and Faulkner, L.R.: Electrochemical Methods, Wiley, 2001 • Wesselingh, J.A. and Krishna, R.: Mass Transfer in Multi-Component Mixtures, Delft Univ. Press, 2000

2.7 Funktionale Materialien für die Energiespeicherung

Studiengang: Master Nachhaltige Energiesysteme (Wahlpflichtmodul; Spezialisierungsrichtungen: EES, TES)
Modul: Funktionale Materialien für die Energiespeicherung
Ziele des Moduls (Kompetenzen): 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.
Inhalt <i>1. Thermische Energie</i> <ul style="list-style-type: none">• 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 <i>2. Elektrische Energie</i> <ul style="list-style-type: none">• 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 <i>3. Chemische Energie</i> <ul style="list-style-type: none">• Wasserstoff, Herstellung über Elektrolyse, Speicherung• Adam- und Eva-Prozess <i>4. Druckluft</i> <ul style="list-style-type: none">• Speicherorte und Potentiale• Funktionsweise <i>5. Schwungräder</i> <ul style="list-style-type: none">• Langsame, schnelle• Potentiale, Wirkprinzip <i>6. Sonstiges</i> z.B. Pumpspeicherwerke
Lehrformen: Vorlesung, Übung
Voraussetzung für die Teilnahme: keine

Arbeitsaufwand: 150 h (42 h Präsenzzeit (2 SWS Vorlesung + 1 SWS Übung) + 108 h Selbststudium)
Leistungsnachweise/Prüfung/Credits: - / Klausur (90 min) / 5 CP
Modulverantwortliche: Prof. Dr. rer. nat. F. Scheffler, FVST
Literaturhinweise: Energy Storage, R. A. Huggins (Springer Verlag), Erneuerbare Energien und Klimaschutz, Volker Quaschnig (Carl Hanser Verlag), Foliensatz zum Download

2.8 Grüner Wasserstoff

Studiengang: Master Nachhaltige Energiesysteme (Wahlpflichtmodul; spezialisierungsübergreifend)
Modul: Grüner Wasserstoff
Ziele des Moduls (Kompetenzen): Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls Teil I Wasserstoff als Schlüssel zur Defossilisierung sind Sie in der Lage ... <ul style="list-style-type: none">• die Rolle des Wasserstoffs als Energieträger im Energiesystem der Zukunft zu beschreiben.• die Energie- und Industriepolitischen Rahmenbedingungen für den Wandel zu erläutern und zu bewerten.• die Anforderungen aus den verschiedenen Industrien und Sektoren benennen und bewerten.• die Herausforderungen der Umstellung von der fossilen auf die CO₂ neutralen Wirtschaft zu benennen und zu erklären. Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls Teil II Erzeugung von grünem Wasserstoff sind Sie in der Lage ... <ul style="list-style-type: none">• Das „Stackinnenleben“, d.h. den Aufbau einer Elektrolysezelle und deren Komponenten zu skizzieren, die wichtigsten Berechnungsformeln und Betriebsparameter der Wasserstofferzeugung mittels Elektrolyse (H₂-Produktionsmenge, Betriebsspannung, Wirkungsgrad) anzuwenden und die Degradationsmechanismen zu beschreiben.• Den Aufbau der „Peripherie Systeme zu den Elektrolyseuren“ in einem Elektrolysesystem zu skizzieren und die Auswahl und Analyse von Komponenten eines Elektrolysesystems durch die Anwendung von einfachen Bilanzen, sowie spezifischen Komponentenkenngößen durchzuführen.• Zu den „Erneuerbare Energien“ den aktuellen Stand der Technik zu beschreiben, die Herausforderungen in der Skalierung von hybriden Energiesystemen zu analysieren.• Weitere Bereitstellungsrouten „Klassische und Alternative“ Erzeugungsverfahren (Erdgas, Kohle, CSP) zu benennen, grünen Wasserstoff im bisherigen Umfeld einzuordnen, die Herausforderungen der Umstellung vom klassischen zum grünen Wasserstoff zu beurteilen, Stakeholder zu benennen.• Die Möglichkeiten der Wasserstoffspeicherung zu beschreiben und die damit jeweils verbundenen Herausforderungen und Vor- und Nachteile benennen.• Die Transportmöglichkeiten für Wasserstoff zu beschreiben und die damit jeweils verbundenen Herausforderungen zu erläutern.• Wasserstoff als Stoff und als Energieträger: Die verschiedenen Wasserstoffanwendungen anhand von Beispielen zu beschreiben und zu erklären.
Inhalt Im Modul Teil I Wasserstoff als Schlüssel zur Defossilisierung werden die Akteure, Strategien und der politische Rahmen der Transformation von der fossilen Energiewirtschaft zur CO ₂ -neutralen Wirtschaft betrachtet. <ul style="list-style-type: none">• Wasserstoff als Schlüssel zur Defossilisierung – technische Perspektiven (Überblick CO₂-Emittenten, Grundstrategien zur CO₂-Vermeidung in den verschiedenen Sektoren inkl. Sektorkopplung)

- Beiträge von H₂ zum Ausgleich örtlicher und zeitlicher Unterschiede zwischen dargeboten erneuerbarer Energien und Energiebedarfen
- Verallgemeinerung: Grundsätzliche Ansätze zur CO₂-Vermeidung und zugehörige Bewertungsmaßstäbe (z.B. Kettenwirkungsgrad, Aachen-Merit Order, ...)
- Wasserstoff in der Energie- und Industriepolitik inkl. Roadmaps und Förderinstrumente (Regional, National, EU, Internationale). Paris-Abkommen
- Exemplarische nationale und regionale Wasserstoff-Strategien
- Analyse/Bewertung der Diskrepanz zwischen Energie- und Industriepolitischer Rolle und daraus entstehenden Risiken
- Perspektive der Industrie (H₂-Erzeugung, H₂-Transport/Bereitstellung, H₂-Anwendung, Ausrüster-Industrie insbesondere der Gaswirtschaft)
- Verbände

Im Modul Teil II Erzeugung von grünem Wasserstoff werden die verschiedenen Aspekte der Technologie zur Erzeugung von grünem Wasserstoff aus verschiedenen Blickwinkeln betrachtet.

- Klassische & nachhaltige Erzeugungsverfahren von Wasserstoff
- Peripherie Systeme der Elektrolyse (Brennstoffzelle, Speicher, Gasreinigung und Transportinfrastruktur, etc.)
- Sicherheit, Normen, Haftung und technischer Betrieb bei der H₂ Erzeugung
- Grüner Strom – Skalierung der Windenergie, Sonnenenergie und weiterer Erneuerbarer Energiequellen

Lehrformen:

Vorlesung & Seminar 2 SWS je Semester

Voraussetzung für die Teilnahme:

keine

Arbeitsaufwand:

Vorlesung (SS): Präsenzzeit: 2 SWS (24h), Selbststudium 50 h

- VL hybride Form: übertragbar an die HS Merseburg, HS Anhalt oder an die OvGU, sowie Aufzeichnung der VL
- Selbststudium (ausgegebene Publikationen, kleinere Aufgaben)
- Klausur

Seminar in Präsenz (WS): 1 SWS (15 Std.) & 1 SWS Exkursion (15 Std.), Selbststudium 50 h

- Exkursion: Handout + Präsentation
- Selbststudium (Lesen von Texten)
- Seminararbeit

Leistungsnachweise/Prüfung/Credits:

VL: Klausur, 90 Minuten (50%)

SE: Seminararbeit (40%) & Exkursionsbericht (10%)

Insgesamt: 5 CP

Modulverantwortliche:

Prof. Dr. rer. nat. Franziska Scheffler, FVST

Lehrende:

Dr.-Ing. Sylvia Schattauer, Fraunhofer-Institut für Windenergiesysteme IWES, Bremerhaven

2.9 Methoden der Optimierung elektrischer Energieversorgungsnetze

Studiengang: Master Nachhaltige Energiesysteme (Wahlpflichtmodul; spezialisierungsübergreifend)
Modul: Methoden der Optimierung elektrischer Energieversorgungsnetze
Ziele des Moduls (Kompetenzen): Die Studenten erwerben in diesem Seminar Kompetenzen im Bereich der Programmierung mit Hilfe des Softwareprogramms MATLAB. Innerhalb des Seminars werden darüber hinaus Kompetenzen im Bereich der Optimierung, Netzberechnung und der grafischen Ausgabe mit MATLAB erworben.
Inhalt <ul style="list-style-type: none">• Kennenlernen des Programms MATLAB• Einführung in Optimierungsalgorithmen• Einführung in genetische Algorithmen, Partikelschwarmoptimierung, Fuzzy Logic• Einführung in Prognosealgorithmen mit Neuronalen Netzen und weiteren Prognosealgorithmen• Darstellungsmöglichkeiten von Ergebnissen in MATLAB
Lehrformen: Vorlesung, Übung
Voraussetzung für die Teilnahme: keine
Arbeitsaufwand: 150 h (42 h Präsenzzeit (2 SWS Vorlesung + 1 SWS Übung) + 108 h Selbststudium)
Leistungsnachweise/Prüfung/Credits: - / mündliche Prüfung / 5 CP
Modulverantwortlicher: Prof. Dr.-Ing. habil. M. Wolter, FEIT

2.10 Numerische Strömungsmechanik / Computational Fluid Dynamics

Studiengang: Master Nachhaltige Energiesysteme (Wahlpflichtmodul; Spezialisierungsrichtung SE)
Modul: Numerische Strömungsmechanik
Ziele des Moduls (Kompetenzen): Numerische Strömungssimulationen (im Allgemeinen als <i>Computational Fluid Dynamics</i> oder kurz CFD genannt) spielen in vielen modernen industriellen Projekten eine sehr wichtige Rolle. Gute Kenntnisse in den Grundlagen der Strömungsmechanik sind sehr wichtig, aber nicht ausreichend, um CFD selbstständig zu erlernen. Der beste Weg zum Erlernen von CFD ist die so genannte "Learning by Doing"-Methode am Computer. Das ist das Ziel dieses Moduls, in dem die theoretischen Aspekte mit vielen Übungen und mit vielen Beispielen am Computer kombiniert sind. Die Studenten werden dadurch zu einer selbständigen, effizienten und zielgerichteten Nutzung der numerischen Strömungssimulation für komplexe Strömungsprobleme befähigt. Sie erhalten ebenfalls das Verständnis zur kritischen Überprüfung von CFD-Ergebnissen.
Inhalt <ul style="list-style-type: none"> • Einleitung, Organisation der Vorlesung. Geschichte und Bedeutung der CFD. Wichtigste Methoden für die Diskretisierung (Finite-Differenzen, Finite-Volumen, Finite-Elemente) • Fehlerarten, Validierung, Best Practice Guidelines. • Lineare Gleichungssysteme. Direkte Lösung und ihre Grenzen. Iterative Lösungsmethoden, Beispiele und Anwendung. Tridiagonale Systeme. Selbstständige Realisierung unter Aufsicht eines <i>Matlab</i>-Scripts für die Lösung einer einfachen Strömung in einer 2D-Kavität (Poisson-Gleichung). • Auswahl der Konvergenzkriterien. Gitterunabhängigkeit. • Reihenfolge der praktischen CFD: CAD, Gittererzeugung und Lösung. <i>Best Practice</i> (ERCOFTAC) Anweisungen für die CFD. Praktische Verwendung des kommerziellen Programms <i>StarCCM+</i>, um CAD und Gittererzeugung durchzuführen. Erzeugung/Begutachtung von einfachen und komplexen Geometrien, Surface-wrapper. Gitter-Qualität. • Physikalische Modelle für die Simulation komplexer Strömungen. Bedeutung der zweckmäßigen Auswahl dieser Modelle. Strömungsvisualisierung in <i>StarCCM+</i>. Erste und zweite Ordnung in der Diskretisierung. • Eigenschaften turbulenter Strömungen und Bedeutung dieser Strömungen. Turbulenzmodellierung. Berechnung der turbulenten Strömung an einer plötzlichen Querschnittserweiterung. Einsatz der <i>best practice</i>-Anweisungen. Vergleich mit experimentellen Ergebnissen. Grenze kommerzieller CFD-Programmen • Verteilung der Projekte
Lehrformen: Vorlesung, Übung, Computerpraktikum
Voraussetzung für die Teilnahme: Grundlagenkenntnisse im Bereich der Strömungsmechanik
Arbeitsaufwand: 150 h (42 h Präsenzzeit (2 SWS Vorlesung + 1 SWS Übung) + 108 h Selbststudium)

Leistungsnachweise/Prüfung/Credits: - / mündliche Prüfung / 5 CP
Modulverantwortlicher: apl Prof. Dr.-Ing. habil. G. Janiga, FVST
Literaturhinweise: Ferzigerand Peric, Computational Methods for Fluid Dynamics, Springer

2.11 Operative Systemführung elektrischer Netze

Studiengang: Master Nachhaltige Energiesysteme (Wahlpflichtmodul; Spezialisierungsrichtungen: HE, SE)
Modul: Operative Systemführung elektrischer Netze
Ziele des Moduls (Kompetenzen): Die Teilnahme an diesem Modul befähigt die Studenten dazu, die operativen Mechanismen der Systemführung elektrischer Netze zu verstehen und diese anzuwenden. Schwerpunkt liegt auf dem Kennlernen der Akteure im Bereich Technik und Markt, ihrer Freiheitsgrade und den jeweiligen Interaktionen zur Gewährleistung eines sicheren und zuverlässigen Systembetriebes. Auf Grundlage der regulatorischen Rahmenbedingungen werden die Aufgaben eines Netzbetreibers hinsichtlich des praktischen Vorgehens vermittelt und die übergreifenden Prozesse aller Teilnehmer detailliert nachgestellt.
Inhalt <ul style="list-style-type: none">• Regulatorische Rahmenbedingungen• Operative Aufgaben eines Netzbetreibers:<ul style="list-style-type: none">○ Betriebsführung○ Regelleistung○ Engpassmanagement○ Spannungshaltung○ Netzwiederaufbau• Leittechnik• Planungsprozesse• Kooperationsprozesse• Praxisberichte• Exkursion
Lehrformen: Vorlesung, Übung
Voraussetzung für die Teilnahme: Elektrische Netze I: stationäre Netzberechnung
Arbeitsaufwand: 150 h (42 h Präsenzzeit (2 SWS Vorlesung + 1 SWS Übung) + 108 h Selbststudium)
Leistungsnachweise/Prüfung/Credits: - / mündliche Prüfung / 5 CP
Modulverantwortlicher: Prof. Dr.-Ing. habil. M. Wolter, FEIT

2.12 Physik der Solarzelle

Studiengang: Master Nachhaltige Energiesysteme (Wahlpflichtmodul; Spezialisierungsrichtung HE)
Modul: Physik der Solarzelle
Ziele des Moduls (Kompetenzen): <i>Fachliche Kompetenzen:</i> Die Absolventinnen und Absolventen erlangen folgende fachliche Kompetenzen: <ol style="list-style-type: none"> 1. Kenntnisse grundlegender Begriffe und Konzepte der Photovoltaik 2. Kenntnisse über die Wirkungsweise einkristalliner, polykristalliner und amorpher Si-Solarzellen, Zellen aus Verbindungshalbleitern und von Mehrfachsolarzellen 3. Grundkenntnisse über die wesentlichen Herstellungsverfahren <i>Soziale Kompetenzen:</i> Die Absolventinnen und Absolventen erwerben die Fähigkeiten, Probleme der Photovoltaik und deren Lösungen kompetent und verständlich darzustellen.
Inhalt <ol style="list-style-type: none"> 1. Einführung / Halbleitereigenschaften <ul style="list-style-type: none"> • 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 2. Silizium Solarzellen <ul style="list-style-type: none"> • Kristallherstellung, Design von Solarzellen, Solarzellherstellung • Degeneration von amorphen Solarzellen 3. Mehrfachsolarzellen <ul style="list-style-type: none"> • Konzepte, Wirkungsgrad, Realisierung
Lehrformen: Vorlesung, Seminararbeit
Voraussetzung für die Teilnahme: Kenntnisse in Festkörperphysik vorteilhaft
Arbeitsaufwand: 150 h (28 h Präsenzzeit (2 SWS Vorlesung) + 50 h Seminararbeit + 72 h Selbststudium)
Leistungsnachweise/Prüfung/Credits: Seminararbeit mit Vortrag / Klausur / 5 CP
Modulverantwortlicher: Dr. rer. nat. H. Witte, FNW

2.13 Sustainability Assessment (LCA) for Biofuels

Studiengang: Master Nachhaltige Energiesysteme (Wahlpflichtmodul; Spezialisierungsrichtung TES)
Module: Sustainability Assessment (LCA) for Biofuels
Objectives (Skills): The students will get an overview of the sustainability assessment methodologies. They will learn the theoretical background and the standardized procedures to carry out a life cycle assessment (LCA). The phases (goal and scope, inventory analysis, impact assessment and interpretation and evaluation) in a life cycle assessment (LCA) will be declared in detail. The importance of product system definition and functional unit will be worked out. With the help of examples the students will acquire skills to define the system boundaries, to apply the cut-off rules. Furthermore, the students will learn the principles how to allocate the interventions or expenditures in a case of a multiproduct system and how to use the credit method. The use of flow sheet simulation tools will be taught to quantify the energy and mass flows for chemical production processes. The impact categories will explained and the students will learn to how to select appropriate and relevant impact categories in different types of product systems. The evaluation of the results and the differences between attributional and consequential LCA will be learned. The thermochemical and biotechnological production processes for renewable fuels and chemicals will be elucidated as case examples for LCA. Beyond the sustainability aspects the students will learn the process limitations and technical challenges for various raw materials (e.g. starch vs. Lignocellulosic platforms). Finally the students learn the principles of an exergy analysis. Commercial LCA programs will be presented and the content discussed. As another component, the course brings the students the skills of searching and collecting scientific peerreviewed information with the citation on-line database Scopus. They will learn to analyse and critically review the scientific publications, and to report scientific published information appropriately.
Content: 1. Sustainability and the principles of sustainable development. 2. The overview of Life Cycle Assessment (LCA) and the phases 3. Inventory and energy analysis, system boundaries, cut-off rules, allocation rules for multiproduct systems. 4. Impact assessment, the input- output related categories, 5. Reporting, interpretation, evaluation and critical review. Attributional and consequential LCA. 6. Ethanol production processes (starch and sugar and lignocellulosic based platform) 7. Thermochemical processes: BTL, biomass gasification, pyrolysis and Fischer-Tropsch 8. Algae biomass utilization, transesterification of triglycerides, anaerobic digestion 9. Introduction to exergy analysis
Teaching: Lectures and a guided scientific literature search and a preparation of a literature survey.
Prerequisites: Basic courses of chemistry and chemical engineering (Bachelor level)
Workload: 150 hours (presence: 28 hours (2 SWS), autonomous work: 122 hours)

Leistungsnachweise/Prüfung/Credits: - / written exam / 5 CP
Responsible Lecturer: Dr. techn. L. Rihko-Struckmann, MPI Magdeburg
Literaturhinweise: lecture notes (free to download)

2.14 Thermische Prozesstechnik

Studiengang: Master Nachhaltige Energiesysteme (Wahlpflichtmodul; Spezialisierungsrichtung TES)
Modul: Thermische Prozesstechnik
Ziele des Moduls (Kompetenzen): Die Studierenden können die Erwärmungs- und die Abkühlungsvorgänge fester Körper wie Metalle, Keramiken, Baustoffe berechnen. Sie kennen den Mechanismus des Wärmeübergangs durch Strahlung. Sie wissen, wie durch Strahlungsschirme und Sekundärstrahlung der Wärmeübergang beeinflusst werden kann. Sie können für die Erde Energiebilanzen aufstellen. Sie können den Einfluss des Kohlendioxids auf die globale Erwärmung berechnen. Sie können gekoppelte Wärme- und Stofftransportvorgänge unter Verwendung von Gleichgewichtsbeziehungen berechnen. Sie sind damit in der Lage, Prozesse der Hochtemperaturverfahrenstechnik und der Energietechnik thermisch auszulegen.
Inhalt <ul style="list-style-type: none"> • Wärmebehandlungsprozesse von Feststoffen, Anwendungsbeispiele, Herstellung von Keramik und Metallen, Temperaturverläufe, Fourier'sche Dgl. mit Grenzbedingungen • Vereinfachte analytische Lösung für eindimensionale Wärmeleitung, dimensionslose Beschreibung, Beispiele, mehrdimensionale Wärmeleitung, Wärmetransport in halbumendlichen Körpern und bei kurzen Zeiten, Kontakttemperatur • Wärmeübertragung durch Strahlung, Mechanismus, Intensitäten, Emissionsgrade für feste, flüssige und gasförmige Stoffe, Staub- und Rußstrahlung • Einstrahlzahlen, Strahlungsaustausch, Strahlungsschirm, Treibhauseffekt, Sekundärstrahlung • Wärmeströme der Erde, Strahlung der Atmosphäre, Klimamodellierung • Intensivkühlvorgänge, Tauch-, Film- und Spritzkühlung, Einfluss von Flüssigkeiten, kritische Wärmestromdichten, Leidenfrostproblematik • Gekoppelte Wärme- und Stofftransportvorgänge, Gleichgewichtsbedingungen an Phasengrenzen, Beispiel Kohlenstoffverbrennung, Kalksteinzersetzung
Lehrformen: Vorlesung mit Übung und Experimenten
Voraussetzung für die Teilnahme: Grundlagenkenntnisse in den Bereichen Thermodynamik, Wärme- und Stoffübertragung, Strömungstechnik, Physikalische Chemie
Arbeitsaufwand: 150 h (42 h Präsenzzeit (2 SWS Vorlesung + 1 SWS Übung) + 108 h Selbststudium)
Leistungsnachweise/Prüfung/Credits: - / mündlich / 5 CP
Modulverantwortliche: Jun.-Prof. Dr. A. Diéguez-Alonso, FVST
Literaturhinweise: Lehrbuch Specht: Wärme- und Stoffübertragung in der Thermoprozesstechnik. Vulkan Verlag 2014

2.15 Thermoelektrik

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

2.16 Wasser- und Flusskraftwerke

Studiengang: Master Nachhaltige Energiesysteme (Wahlpflichtmodul; Spezialisierungsrichtung SE)
Modul: Wasser- und Flusskraftwerke
Ziele des Moduls (Kompetenzen): Die Teilnehmer der Lehrveranstaltung lernen Aufbau, Funktion und energiewirtschaftliche Einordnung von Wasser- und Flusskraftwerken kennen. Sie erhalten einen Überblick über die Geschichte und heutige Nutzung von Wasserkraft, sowie die energiewirtschaftlichen und gesetzlichen Rahmenbedingungen zur Wasserkraft in Deutschland und weltweit. Der technische Teil behandelt die physikalisch-technischen Grundlagen der Wasserkraftnutzung, den Aufbau von Laufwasser- und Speicherkraftwerken, sowie die Prinzipien der Nutzung der Meeres- und Flussenergien. Darüber hinaus wird ein aktueller Überblick über Innovationen und internationale Entwicklungen im Bereich der Wasser- und Gezeitenkraftnutzung gegeben.
Inhalt <ul style="list-style-type: none"> • Einleitung, Historie und Aufbau von Wasser- und Flusskraftwerken (WKA) • Ausgeführte Turbinen / Strömungswandler in WKA • Bauelemente von Wasser- und Flusskraftanlagen • Hydrodynamische, energetische, physikalische Grundlagen • Energiearten (Prantl), Energieumwandlungen in WKA • Typen von konventionellen Wasserkraftwerken • Laufwasser- und Speicherkraftwerke • Alternative Wasserkraftwerke • Gezeitenkraftwerke • Gesetzliche Rahmenbedingungen für WKA • Praktische Beispiele von WKA • Innovationen und Entwicklungen im Bereich von Wasser- und Flusskraftwerken • Steuerung und Regelung von Wasser- und Flusskraftwerken
Lehrformen: Vorlesung, Seminararbeit mit Vortrag
Voraussetzung für die Teilnahme: keine
Arbeitsaufwand: 150 h (28 h Präsenzzeit (2 SWS Vorlesung) + 50 h Seminararbeit + 72 h Selbststudium)
Leistungsnachweise/Prüfung/Credits: - / mündliche Prüfung / 5 CP
Modulverantwortliche: Prof. Dr. rer. nat. F. Scheffler, FVST Lehrender: Dipl.-Ing. M. Spiewack, ZPVP - Zentrum für Produkt-, Verfahrens- und Prozessinnovation GmbH, Experimentelle Fabrik Magdeburg

2.17 Werkstoffe für energietechnische Anwendungen

Studiengang: Master Nachhaltige Energiesysteme (Wahlpflichtmodul; spezialisierungsübergreifend)
Modul: Werkstoffe für energietechnische Anwendungen
Ziele des Moduls (Kompetenzen): <ul style="list-style-type: none">• Überblick über Werkstoffe für spezielle Anwendungen / mit hohem Anwendungspotential in den(regenerativen) Energietechnologien; Hochtemperaturwerkstoffe in Verbrennungsanlagen, Werkstoffe in Energiespeicheranlagen, energietechnisch relevante Beschichtungen etc.• Vermittlung von Kenntnissen zu Herstellung, Eigenschaften, Struktur und (potentiellen)Anwendungen
Inhalt <ul style="list-style-type: none">• Werkstoffe für Brennstoffzellen,• Solarzellen und Solarabsorbern und -reflektoren• HTSL-Werkstoffe;• Verbundwerkstoffe in mechanischen Wandlern,• Werkstoffbeispiele in Gasturbinen• Werkstoffkonzepte und ausgewählte Probleme in Biogasanlagen
Lehrformen: Vorlesung , Übung
Voraussetzung für die Teilnahme: keine
Arbeitsaufwand: 150 h (42 h Präsenzzeit (2 SWS Vorlesung + 1 SWS Übung) + 108 h Selbststudium)
Leistungsnachweise/Prüfung/Credits: - / Klausur (90 min) / 5 CP
Modulverantwortlicher: Prof. Dr. rer. nat. M. Scheffler, FMB

2.18 Windenergie

Studiengang: Master Nachhaltige Energiesysteme (Wahlpflichtmodul; Spezialisierungsrichtung SE)
Modul: Windenergie
Ziele des Moduls (Kompetenzen): <ul style="list-style-type: none">• Erwerb von grundlegenden Kenntnissen zur Umwandlung und Nutzung der Windenergie für die Stromerzeugung• Erwerb von Kenntnissen über Komponenten, Gestaltung, Funktion und Anwendung von Windkraftanlagen• Erwerb von Fähigkeiten zur Berechnung und Auslegung von Windkraftanlagen
Inhalt <ul style="list-style-type: none">• Grundbegriffe, Potentiale, Rahmenbedingungen• Physik der Windenergienutzung, grundlegende Konversionsprinzipien• Auslegung von Windturbinen, Tragflügeltheorie• Kennfeldberechnung und Teillastverhalten• Berechnungsverfahren, Leistungskennlinie• Aufbau von Windkraftanlagen, Anlagenkomponenten, Generatorarten• Generator-Netz-Kopplung, Netzurückwirkungen• Systemdienstleistungen• Wirtschaftlichkeitsbetrachtung
Lehrformen: Vorlesung, Übung
Voraussetzung für die Teilnahme: keine
Arbeitsaufwand: 150 h (42 h Präsenzzeit (2 SWS Vorlesung + 1 SWS Übung) + 108 h Selbststudium)
Leistungsnachweise/Prüfung/Credits: - / mündliche Prüfung / 5 CP
Modulverantwortlicher: Prof. Dr.-Ing. habil. M. Wolter, FEIT