



Modulbeschreibung

M.Sc. Power Engineering PO19

Stand: November 2022

Modul- und Veranstaltungsverzeichnis

Kursname laut Prüfungsordnung			
Betriebsmittel der Hochspannungstechnik			
Course title English			
High Voltage Devices			
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	SS	Deutsch	1
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		
Prüfungsleistung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
Die Veranstaltung wendet die Grundlagenkenntnisse zur Hochspannungstechnik auf Betriebsmittel der Hochspannungstechnik an. Neben den Konstruktionselementen von Transformatoren, Teilern, Durchführungen, Ausleitungen und Hoch- und Mittelspannungsschalter werden Leitungen und deren transientes Verhalten diskutiert.
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
Die Studierenden sind in der Lage, hoch-spannungstechnische Geräte zu analysieren und zu entwickeln. Sie beurteilen die Wirksamkeit konstruktiver Elemente und das Verhalten von Isolierstoffen in komplexen Geräten.

Description / Content English
The course focus on application of the fundamentals of high voltage engineering for devices used in high voltage apparatus. Besides construction elements of transformers, dividers, bushings and switches transport lines and their transient behaviour will be discussed.
Learning objectives / skills English
The students are able to analyse and develop high voltage apparatus. They assess the effectiveness of construction elements and the behaviour of insulation materials in complex devices.

Literatur
E.Kuffel, W.S.Zaengl, J.Kuffel: High Voltage Engineering: Fundamentals, Newnes, 2005
M.Beyer, W.Boeck, K.Möller: Hochspannungstechnik: Theoretische und praktische Grundlagen, Springer, 2006
A.J.Schwab: Begriffswelt der Feldtheorie, Springer, 1998

Kursname laut Prüfungsordnung			
Bordnetze			
Course title English			
On-Board Power Supply			
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	SS	Deutsch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		
Prüfungsleistung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch

Die Veranstaltung setzt sich mit dem Aufbau und dem Betrieb elektrischer Bordnetze auseinander. Hierzu gehören insbesondere Netze in Schiffen, Kraftfahrzeugen (einschließlich Elektromobilität) und Flugzeugen. Neben den topologischen Besonderheiten werden Randbedingungen hinsichtlich Ausfallsicherheit, Schutz, Netzbetrieb, Notversorgung und elektromagnetischer Verträglichkeit sowie Bussysteme zur Steuerung behandelt. Die begleitende übung beinhaltet Beispiele zur Auslegung von Einspeiseleistung, Betriebsmitteln und Netztopologie.

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

Die Studierenden haben einen überblick über die spezifischen Anforderungen bei Bordnetzen und können diese bewerten und in an das jeweilige Verkehrsmittel angepasste Lösungen umsetzen.

Description / Content English

Structure and operation of electric power systems on board of ships, cars (including electro-mobility) and airplanes are analyzed and the specific demands are characterized with regard to security, protection, emergency operation and electro-magnetic compatibility, as well as bus systems for control. The appertaining exercise covers examples for dimensioning of systems, devices and topology.

Learning objectives / skills English

The students have a survey of specific demands of electric board systems and are able to characterize and evaluate them in order to procure appropriate solutions.

Literatur

Batterien, Bordnetze und Vernetzung
Reif, Konrad. - 2010

Batterien und Bordnetze : [Starterbatterien, Ladegeräte, herkömmliche und künftige Bordnetze, Schaltzeichen und Schaltpläne, Leitungsberechnung, Steckverbindungen, elektrische Antriebe, Antriebsbatterien]
Richter, Gerolf. - 2002

Kursname laut Prüfungsordnung			
Dampfturbinen			
Course title English			
Steam Turbines			
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	WS	Deutsch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		
Prüfungsleistung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch

Im ersten Teil der Vorlesung wird den Studierenden der Einsatz der Systemkomponente Dampfturbine in Energiewandlungssystemen vorgestellt. Hierzu zählen die Umwandlung von Sonnenlicht in Strom mittels Concentrated Solar Power, Nutzung von Abwärme mittels des Organic Rankine Cycles, Einsatz von Radialexpandern in Brennstoffzellensystemen sowie Energiespeicherung mittels Carnot-Batterie. Weiterhin werden die verschiedenen Prozessführungen (Kondensations-, Gegendruck-, Entnahmeprozess, Sattdampfprozess, überkritischer Prozess) erläutert.

Die Bewertung der Dampfturbine und des Gesamtprozesses über verschiedene Wirkungsgrade und exergetische Betrachtungsweisen ist ebenso Bestandteil wie mögliche Prozessverbesserungen (Einfluss von Frischdampftemperatur und -druck, regenerativer Speisewasservorwärmung, Zwischenüberhitzung). Anschließend wird der Einsatz des Dampfkraftprozesses als Bottoming-Prozess erläutert. Die Betrachtung des Gesamtsystems führt schließlich zur Definition von Anforderungen an die Gestaltung der Dampfturbine. Stufenkenngrößen, Gleichdruck-, Überdruckstufen, Geschwindigkeitsstufung, Curtissrad, Niederdruckstufen, Nassdampfprobleme, axiale und radiale Bauart werden erläutert. Die eindimensionale Auslegung von Dampfturbinenstufen sowie Kenngrößen am Schaufelgitter ist ebenso Bestandteil wie die räumliche Strömung. Hierzu werden die Lösungsansätze für das Grundgleichungssystem eingeführt und Profil-, Rand- und Spaltverluste sowie Sekundärströmungen besprochen. Danach werden verschiedene konstruktive Gesichtspunkte eingeführt (Trommelbauart, Kammerbauart, Axialschub und Schubausgleich, Turbinenläufer, Laufschaufeln, Schaufelbefestigung, Leitvorrichtungen, Zwischenböden, Leitschaufelträger, Turbinengehäuse, Wellenabdichtungen, Gehäuse- und Läuferdehnung). Die Vorlesung schließt mit der Regelung und dem Betriebsverhalten von Dampfturbinen.

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

Die Studierenden lernen die Dampfkraftprozesse im Detail kennen. Sie verstehen die Energiewandlungsprozesse und können sie entsprechend ihrer Effektivität beurteilen. Sie können die Strömungsprozesse in Dampfturbinen nachvollziehen und sind in Detailprobleme der Maschinen eingeführt. Sie sind in der Lage, Maschinenkonstruktionen zu entwerfen und das Betriebsverhalten von Maschinen zu beurteilen.

Description / Content English

In the first part of the lecture, students are introduced to the application of steam turbines in energy conversion systems. This includes the conversion of sunlight into electricity through Concentrated Solar Power, utilization of waste heat with the Organic Rankine Cycle, use of radial expanders in fuel cell systems and energy storage by means of Carnot batteries. Furthermore, different system designs (condensation, back-pressure, extraction, saturated steam, supercritical) are explained.

The evaluation of the steam turbine and the overall process via different efficiency definitions and exergetic analysis is also a part of the lecture, as are possible process improvements (live steam temperature and pressure, regenerative feedwater preheating, intermediate superheating). Subsequently, the use of the Rankine cycle as a bottoming process is explained. The consideration of the overall system finally leads to the definition

of requirements for the design of the steam turbine. Stage characteristics, low-pressure stages, wet steam problems, axial and radial design are explained. The one-dimensional design of steam turbine stages and characteristics of the blades are also part of the course, as well as three-dimensional flows. For this purpose, solution approaches for the conservation equations are introduced, and profile, boundary and gap losses, and secondary flows are discussed. Afterwards, various design aspects are introduced (drum design, axial thrust and thrust balancing, turbine rotor, rotor blades, guide vanes, guide vane carriers, turbine casing, shaft seals, casing and rotor expansion). The lecture concludes with the control and operating behaviour of steam turbines.

Learning objectives / skills English

Here, the students get to know the industrial thermal power processes in detail. They understand the energy conversion processes and can accordingly judge their effectiveness. They can comprehend the fluid processes in steam turbines and get introduced to particular problems related to machines. They are also able to design machine constructions and to evaluate the performance of these machines.

Literatur

see weblink below.

Kursname laut Prüfungsordnung			
Elektrizitätswirtschaft			
Course title English			
Power Industry			
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
3	SS	Deutsch	1
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		
Prüfungsleistung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch

Struktur der elektr. Energieversorgung in Deutschland und weltweit;
 Investitionsrechnung in der elektr. Energieversorgung;
 Kosten der elektr. Energieerzeugung -übertragung;
 Optimierung und andere Einsparpotentiale;
 Tarifmodelle;
 Aufbau und Funktionsweise des liberalisierten Strommarktes

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

Die Studierenden verstehen die ökonomischen Zusammenhänge der elektrischen Energieerzeugung, Übertragung und Verteilung und kennen die Funktionsweise des liberalisierten Strommarktes.

Description / Content English

Structure of electrical power systems
 Investment planning and calculation in electrical power systems
 Cost of power generation and transmission
 Optimization and other power saving methods
 Tariffs
 Structure and operation of liberalized electricity market

Learning objectives / skills English

Students know the economical aspects of electrical power generation, transmission and distribution and are familiar with the liberalized power market.

Literatur

R. Flosdorff; G. Hilgarth: Elektrische Energieversorgung, Teubner Verlag, 1986

Kursname laut Prüfungsordnung			
Elektromagnetische Verträglichkeit			
Course title English			
Electromagnetic Compatibility			
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	WS/SS	Deutsch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		
Prüfungsleistung			
mündlich oder schriftlich			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
Elektrische und elektronische Geräte basieren auf dem gezielten Transport und der Verarbeitung elektrischer und magnetischer Felder. Neben dieser beabsichtigten ist eine unbeabsichtigte Feldausbreitung oder Beeinflussung einer elektrischen Funktion durch Felder möglich, die von anderen Geräten der Umgebung stammen. Genau mit solchen Störphänomenen beschäftigt sich die Vorlesung Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV). Es werden Verfahren zur Sicherstellung der Produkteigenschaft EMV entwickelt. Neben der EMV-Messtechnik und -Messverfahren werden technische Maßnahmen am Produkt besprochen und charakterisiert. In einer übung werden die Lehrinhalte vertieft.
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
Die Studenten sind in der Lage technische Maßnahmen zur Verbesserung der elektromagnetischen Verträglichkeit, wie Filterung und Schirmung zu dimensionieren. Sie erlernen die begründete Auswahl geeigneter EMV-Messverfahren für bestimmte Produkte im Rahmen der Qualitätssicherung.

Description / Content English
Electric and electronic appliances are based on the intended use and transport of electric and magnetic fields. Beside this intended use, fields of external sources may influence the function of an electronic component. Furthermore the emission of fields of this electronic component either radiated or conducted can potentially disturb other equipment in the neighbourhood or radio services. These disturbance phenomena are covered by the lecture Electromagnetic Compatibility (EMC). Methods to ensure the product property EMC will be derived. Besides EMC measurement technology and measurement methods technical measures applied to products will be discussed and characterised. The content will be deepened in exercises.
Learning objectives / skills English
The students are able to develop technical suppression measures for the improvement of the electromagnetic compatibility, like filter and shielding. They learn the justified selection of suitable EMC-measurement methods for specific products with regard to quality assurance.

Literatur
- 1 Schwab: Elektromagnetische Verträglichkeit , Springer Verlag 1996
- 2 Perez: Handbook of EMC, Academic Press 1995
- 3 Kellerbauer/Gustrau: Elektromagnetische Verträglichkeit, Hanser Verlag, 2015

Kursname laut Prüfungsordnung			
Gasturbinen			
Course title English			
Gas Turbines			
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	SS	Deutsch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		
Prüfungsleistung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch

Die Vorlesung Gasturbinen baut auf der Vorlesung Wärmekraft- und Arbeitsmaschinen des Bachelor-Studienganges Maschinenbau auf. In dieser Veranstaltung werden die thermodynamischen Grundlagen des Joule-Prozesses vertieft behandelt. Die daraus resultierenden Zusammenhänge für die Auslegung werden diskutiert. Dabei werden sowohl der klassische offene Joule-Prozess als auch die geschlossene und rekuperierte Prozessführung behandelt. Einsatzmöglichkeiten und besonderen Herausforderungen von Gasturbinen in mobilen Anwendungen z.B. Flugzeugantrieb und der Einsatz in stationären Anwendungen z.B. Spitzenlastkraftwerke oder Gasturbinen mit Brennstoffen aus regenerativen Energiequellen wie Biofuels und Wasserstoff werden dargestellt. Die Auswirkungen der hohen Temperaturen auf die Maschinenkomponenten und die Möglichkeiten zur Reduktion der Abgasbelastung z.B. durch NOx und Partikel sind Gegenstand der Veranstaltung. Eine Betrachtung der Einzelkomponenten und deren konstruktiven Besonderheiten bei der Anwendung in der Gasturbine werden gegenübergestellt.

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

Die Studierenden lernen die Prozesse der Gasturbinen im Detail kennen. Sie verstehen die thermodynamischen Hintergründe der Energieumwandlung in Gasturbinen, können die Prozessverbesserungsmaßnahmen beurteilen und sind in der Lage das Betriebsverhalten von Gasturbinen zu erfassen.

Description / Content English

The lecture Gas Turbines builds on the lecture Thermal Power and Working Machines of the Bachelor's programme Mechanical Engineering. In this course, the thermodynamic fundamentals of the Joule process are dealt with in depth. The resulting correlations for the design are discussed. Both the classical open Joule process and the closed and recuperated process control are dealt with. Possible applications and special challenges of gas turbines in mobile applications, e.g. aircraft propulsion, and the use in stationary applications, e.g. peak load power plants or gas turbines with fuels from renewable energy sources such as biofuels and hydrogen, are presented. The effects of the high temperatures on the machine components and the possibilities for reducing exhaust gas pollution, e.g. by NOx and particles, are the subject of the event. A consideration of the individual components and their design features in the application in the gas turbine are contrasted.

Learning objectives / skills English

The students learn about the processes of gas turbines in detail. They understand the thermodynamic background of energy conversion in gas turbines, can assess the process improvement measures and are able to record the operating behaviour of gas turbines.

Literatur

see weblink below.

Kursname laut Prüfungsordnung			
Grundlagen der Hochspannungstechnik			
Course title English			
Fundamentals of High-Voltage Engineering			
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
5	WS	Deutsch	1
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		
Prüfungsleistung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch

Die Veranstaltung behandelt die Grundlagen der Hochspannungstechnik. Im Zentrum steht das Verhalten von Materie bzw. des Vakuums beim Vorliegen hoher elektrischer Felder. Die Betrachtung der Durch- oder überschlagsmechanismen reicht vom Zusammenbruch des Isoliervermögens bis hin zur Physik von Lichtbögen. Der Vorlesungsstoff wird durch Übungen vertieft.

Zum Ende des Semesters (nicht im Fernstudiengang) werden die Durchschlagsphänomene im Hochspannungslabor praktisch verdeutlicht.

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

Die Studierenden sind in der Lage Durch- und überschlagsmechanismen zu erklären und für einfache Isolieranordnungen anzuwenden. Sie können das Verhalten von Isolierstoffen analysieren und damit komplexe Isoliersysteme entwickeln.

Description / Content English

The course deals with the basics of High Voltage Engineering. It focuses on the behaviour of matter and vacuum in the presence of high electric field strength. The consideration of breakdown and flashover mechanism starts with the failure of insulation and ends with the physics of electrical arcs. The topics of the lecture are accompanied by an exercise. At the end of the semester (not in the distance learning course), the breakdown effects will be demonstrated in a visit of the high voltage lab.

Learning objectives / skills English

The students are able to explain breakdown and flashover mechanism and to apply this knowledge to insulators. They analyse the behaviour of insulation matter and will be able to derive more complex insulation systems.

Literatur

- E.Kuffel, W.S.Zaengl, J.Kuffel: High Voltage Engineering: Fundamentals, Newnes, 2005
- M.Beyer, W.Boeck, K.Möller: Hochspannungstechnik: Theoretische und praktische Grundlagen, Springer, 2006
- A.J.Schwab: Begriffswelt der Feldtheorie, Springer, 1998
- V.Y.Ushakov: Insulation of High-Voltage Equipment, Springer, 2004

Kursname laut Prüfungsordnung			
Hochspannungsgleichstromübertragung			
Course title English			
High-Voltage DC Power Transmission			
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	WS	Deutsch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		
Prüfungsleistung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch

Die Veranstaltung widmet sich den Besonderheiten von Gleichstromsystemen in der elektrischen Energietechnik. Nach Behandlung der Funktion der speziellen Bauelemente werden Stromrichter-schaltungen besprochen. Die übrigen Betriebsmittel, wie Kabel und Erder stellen einen weiteren wesentlichen Teil der Vorlesung dar, da deren Auslegung sich wesentlich von klassischen Energienetzen unterscheiden.

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

Die Studierenden lernen die Bauelemente, Schaltungen und Berechnungsmethoden für HGÜ-Umrichter und die zur Übertragung notwendigen Komponenten kennen. Sie beherrschen die Begriffe und Verfahren und sind damit in der Lage, sich in die speziellen Problemstellungen der Hochspannungsgleichstromübertragung schnell einzuarbeiten.

Description / Content English

The course focus on the specialities of HVDC-systems for energy transmission systems. After introduction of the function of the used components converter circuits will be discussed. The transmission related components like cables and grounding systems are another topic of the course, since the design of these components differ significantly from components used in classical AC power grids.

Learning objectives / skills English

The students know the power electronic components, circuits and calculation methods for HVDC systems as well as the special components used for power transmission. They are able to become acquainted in the solution of technical problems.

Literatur

Valentin Crastan, Dirk Westermann: Elektrische Energieversorgung 3, Springer Verlag, 3. Auflage, 2011

Joachim Specovius: Grundkurs Leistungselektronik, Springer Verlag, 6. Auflage, 2012

Dierk Schröder: Leistungselektronische Schaltungen, Funktion, Auslegung und Anwendung, Springer Verlag, 3. Auflage, 2012

Kursname laut Prüfungsordnung			
Hochspannungsmess- und Prüftechnik			
Course title English			
High Voltage Test and Measurement Technologies			
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	WS	Deutsch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		
Prüfungsleistung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch

In der Veranstaltung werden Test- und Prüfverfahren der Hochspannungstechnik sowie die hierzu benötigten Geräte und deren Betriebsverhalten vorgestellt.

Hierzu gehören die Spannungsgeräte für Wechsel-, Gleich- und Stoßspannungen, die Messteile und Anzeigegeräte für diese Spannungen sowie die Methoden der zerstörungsfreien Prüftechnik wie die Verlustfaktor- und Teilentladungsmess-technik.

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

Die Studierenden lernen die Geräte und Verfahren der Hochspannungsmess- und Prüftechnik kennen und können ihre Einsatzmöglichkeiten und -grenzen abschätzen. Sie sind in der Lage, die fachspezifischen Normen zu interpretieren und die Ergebnisse solcher Prüfungen zu beurteilen.

Description / Content English

The course focus on the test and measurement technologies and the devices used for generation and measurement of alternating, direct and impulse voltages. In addition methods for the nondestructive test of insulations were presented.

Learning objectives / skills English

The students learn the methods and devices for generating and measurement of alternating, direct and impulse voltages. They are able to interpret the technical standards and the results of such tests.

Literatur

Adolph J. Schwab:

Hochspannungsmesstechnik - Messgeräte und Messverfahren, 2. Auflage 1981, Nachdruck 2011, Springer Heidelberg 2011, <http://www.springerlink.com>

Andreas Küchler: Hochspannungstechnik Grundlagen – Anwendungen – Technologie, Springer Heidelberg 2005, <http://www.springerlink.com>

E. Kuffel, W. S. Zaengl, J. Kuffel: High Voltage Engineering – Fundamentals,

Butterworth-Heinemann Oxford 2000, <http://www.elsevier.com>

K. Schon: Stoßspannungs- und Stoßstrommesstechnik Springer Heidelberg 2010,

<http://www.springerlink.com>

Kursname laut Prüfungsordnung			
Hochspannungstechnik Praktikum			
Course title English			
High-Voltage Engineering Lab			
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
3	SS	Deutsch	1
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
		2	

Prüfungsleistung
Erfolgreiche Teilnahme an jedem Versuchstermin mit einem Vor- und Nachgespräch

Beschreibung / Inhalt Deutsch
In dem Praktikum wird der Umgang mit hochspannungstechnischen Geräten geübt. Neben Versuchen zum Aufbau von Hochspannungsgeneratoren, der Hochspannungsmesstechnik und zum Gasdurchschlag wird das Betriebsverhalten von Energiekabeln behandelt. Nicht zuletzt werden die besonderen Sicherheitsbedingungen beim Arbeiten mit hohen Spannungen vermittelt.
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
Die Studierenden sind in der Lage, Hochspannungsversuchsaufbauten zu erstellen und Versuche durchzuführen. Sie beurteilen und analysieren die Ergebnisse der Versuche.

Description / Content English
In this lab the use of high voltage apparatus will be trained. Besides experiments dealing with high voltage generators, high voltage measurement and breakdown in gases, the transient behaviour of energy cables will be demonstrated. The specific safety requirements for the work with high voltages will be imparted.
Learning objectives / skills English
The students are able to build up and operate high voltage test arrangements. They evaluate and analyse the measurement results.

Literatur
E.Kuffel, W.S.Zaengl, J.Kuffel: High Voltage Engineering: Fundamentals, Newnes, 2005
M.Beyer, W.Boeck, K.Möller: Hochspannungstechnik: Theoretische und praktische Grundlagen, Springer, 2006
D.Kind, K.Feser: High Voltage Test Techniques, Newnes, 2001

Kursname laut Prüfungsordnung**Informationstechnik in der elektrischen Energietechnik****Course title English**

Information Technology in Electrical Power Systems

Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	WS	Deutsch	1
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		
Prüfungsleistung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch

In Energieanlagen nimmt die Informationsverarbeitung einen hohen Stellenwert ein. Die sich durch die physikalische Struktur des Energienetzes ergebenden Leistungsflüsse werden durch ein Informationsnetz logisch abgebildet. Neben Verfahren zur Informationsgewinnung werden Methoden zur Informationsübertragung mit der dazu notwendigen Protokollierung behandelt. Einen Schwerpunkt bilden die in Energieanlagen eingesetzten Feldbusssysteme mit ihren besonderen Sicherheitsmechanismen.

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

Die Studierenden sind in der Lage, Systeme der Informationsverarbeitung in Energieanlagen zu konzipieren und zu betreiben. Sie kennen Verfahren zur Informationsgewinnung sowie zur Informationsübertragung und können geeignete Übertragungskanäle sowie -protokolle auswählen.

Description / Content English

In the context of energy systems, information processing is accorded a high degree of significance. Power flows resulting from the physical structure of the energy network are represented through an information network. Besides the techniques to extract information, methods for information processing and the required logging methods are dealt with. One focus is formed by field bus systems and their special safety mechanisms used in energy plants.

Learning objectives / skills English

Students are able to design and operate systems for information processing in energy plants. They know techniques to extract as well as transfer information and are able to choose appropriate transmission channels and protocols.

Literatur

K.Schwarz: Offene Kommunikation nach IEC 61850 für die Schutz- und Stationsleittechnik, VDE, 2004

Kursname laut Prüfungsordnung**Leistungselektronik****Course title English**

Power Electronics

Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	SS	Deutsch	1
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		
Prüfungsleistung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch

Die Innovation der elektrischen Antriebstechnik beruht zurzeit hauptsächlich auf den Fortschritten der Leistungselektronik. Ihre Bauelemente und Grundschaltungen werden besprochen und in typischen Anwendungsfällen dargestellt. Beginnend mit der Darstellung der Notwendigkeit für den Einsatz der Leistungselektronik (Motivation) wird die Entwicklung von der Stromrichtertechnik zur Leistungselektronik aufgezeigt. Aktuelle Bauelemente wie Diode, Thyristor, GTO, Leistungstransistor und IGBT werden besprochen und ihre bevorzugten Einsatzmöglichkeiten herausgearbeitet. Anhand von einfachen Schaltungen werden die Berechnungsverfahren und die Schaltvorgänge vorgestellt (idealisierte, konventionelle und weitgehend genaue Betrachtungsweise durch Differentialgleichungen, Kommutierung, Gleich- und Wechselrichterbetrieb). Für selbstgeführte Wechselrichter werden die Steuerverfahren U-f-Kennlinie und Raumvektorverfahren erklärt und ihr Zusammenwirken mit Drehfeldmaschinen kurz skizziert. Die wichtigsten Grundschatungen (B4, M3, B6) werden analysiert und ihr Verhalten anhand der Betriebsdiagramme behandelt.

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

Die Studierenden kennen die Bauelemente, Schaltungen und Berechnungsmethoden. Sie beherrschen die Begriffe und Verfahren und sind damit in der Lage, sich in entsprechende Problemstellungen schnell einzuarbeiten.

Description / Content English

The Innovation of electric drives is mainly forced by the progress in the field of power electronics. The electronic components and basic circuits will be discussed and their use in typical application demonstrated. Starting with a motivation on the use of power electronics the development from conventional converter technology to frequency converters will be shown.

Components, like diode, thyristor, GTO, power transistor and IGBT are introduced and their application will be derived. The calculation models and switching behaviour will be derived on the basis of simple circuits. The control methods, like U-f-characteristics and space vector will be explained and its use for electric machines will be shown. Important basic circuits (e.g. B4, M3, B6) are analysed and their behaviour will be handled based on their operational diagrams.

Learning objectives / skills English

The students know the power electronic components, circuits and calculation methods. They are able to become acquainted in the solution of technical problems.

Literatur

Heumann, K.: Grundlagen der Leistungselektronik 6. Aufl. 1996 Teubner Verlag

Anke, D.: Leistungselektronik 1. Aufl. 1986 R. Oldenbourg Verlag

Schröder, D.: Elektrische Antriebe - Band 3 und 4: Leistungselektronik 1. Aufl. 1996 Springer Verlag

Kursname laut Prüfungsordnung**Master-Arbeit (einschließlich Kolloquium)****Course title English**

Master-Thesis (including colloquium)

Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
30	WS/SS	Deutsch/Englisch	1
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar

Prüfungsleistung

Prüfungsleistung: Durchführung, Dokumentation und Präsentation der Arbeit. Die Bewertung erfolgt durch zwei Prüfer.

Beschreibung / Inhalt Deutsch

Die Master-Arbeit ist eine Prüfungsarbeit, in der die oder der Studierende zum Abschluss des Studiums zeigen soll, dass er innerhalb einer vorgegebenen Frist von 6 Monaten ein Problem selbstständig unter Anleitung nach wissenschaftlichen Methoden bearbeiten kann.

Die Arbeit soll wie ein Projekt in der Praxis unter Beachtung von Methoden des Projektmanagements betreut und durchgeführt werden. Dokumentation und Präsentation (Kolloquium, deutsch oder englisch) sollen zeigen, dass die oder der Studierende in der Lage ist, Zusammenhänge und Ergebnisse verständlich und präzise darzustellen.

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

Die Master-Abschlussarbeit stellt eine Prüfungsleistung dar. Neben der fachlichen Vertiefung an einem Beispiel dient sie auch dem Erwerb und der Vertiefung folgender Soft-Skills:

- Selbstlernfähigkeit,
- Teamfähigkeit (Zusammenarbeit mit den Betreuern),
- Anwendung von Methoden des Projektmanagements,
- Kommunikationsfähigkeit: technische Dokumentation und Präsentation, im Fall englischer Präsentation auch Übung von Sprachkenntnissen.

Description / Content English

The master-thesis is an examination paper, in which the student should show that he can solve a problem self-contained under guidance by using scientific methods, within 6 months at the end of his studies.

This thesis is supervised and conducted like a project in practice considering methods of project management. Documentation and presentation (colloquium, German or English) should show that the student is able to illustrate relations and results in a coherent and precise way.

Learning objectives / skills English

The master-thesis represents an examination. Besides the professional engrossing by using an example the acquisition of soft skills are also gained:

- self-learning ability
- capacity of teamwork (working together with the supervisor)
- application of methods of project management
- communications skills: technical documentation and presentation, in case of an English presentation also practice of language skills

Literatur

Spezifisch für das gewählte Thema

Kursname laut Prüfungsordnung			
Mathematik E4			
Course title English			
Mathematics E4			
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
5	WS	Deutsch	1
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		
Prüfungsleistung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
Folgende Themen werden behandelt:
Vektoranalysis
- Potentialfunktionen und Kurvenintegrale
- Integration in mehreren Veränderlichen
- parametrisierte Flächen
- Flächenintegrale
- Flussintegrale
- Der Satz von Green
- Der Satz von Stokes
- Der Satz von Gauß
Partielle Differentialgleichungen
- Einführung
- Die Greenschen Formeln
- Poissonsche Integralformeln für die Kreisscheibe und die Kugel
- Distributionen (Grundlagen)
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
Die Studierenden sind in der Lage, Potentialfunktionen von konservativen Vektorfeldern zu berechnen. Sie können die wichtigsten Flächen parametrisieren. Sie sind in der Lage, Flächen- und Flussintegrale zu berechnen und dazu die Integralsätze zu verwenden. Sie wissen was ein Randwertproblem ist und können dies für einfache Gebiete lösen.

Description / Content English
The course deals with the following subjects:
Vector analysis
- Potential functions and line integrals
- Integration in several variables
- Parameterized surfaces
- Surface integrals
- Flow integrals
- Green's theorem
- Stoke's theorem
- Gauss's theorem
Partial differential equations
- Introduction
- Green's identities
- Poisson's integration equations over a circular disk and a sphere

- fundamentals of Distributions

Learning objectives / skills English

The students are able to compute potential functions of conservative vector fields. They know how to parametrize important surfaces. They are also able to calculate surface- and flow integrals and in so doing apply integral theorems. They know what a boundary value problem is and are capable of solving such problems for simple cases.

Literatur

Burg, Haf, Wille: Mathematik für Ingenieure, I-IV,2002;
Marsden, Tromba: Vectoranalysis,1996;
Kevorkian: Partial Differential Equations,2000;
Renardy/Rogers: A first graduate course in Partial Differential Equations,2004;
Evans: Partial Differential Equations, 2010.

Kursname laut Prüfungsordnung**Modelling and Simulation of Dynamic Systems****Course title English**

Modelling and Simulation of Dynamic Systems

Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	WS	Englisch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		
Prüfungsleistung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch

Nach einer Einführung in Ziele und Bedeutung von Modellbildung und Simulation werden zunächst numerische Verfahren zur Lösung von gewöhnlichen Differentialgleichungen (diverse implizite und explizite Ein- und Mehrschrittverfahren, andere Verfahren) und deren Eigenschaften (numerische Stabilität, lokale und globale Fehler, Eignung für steife DGLs, bei Sprüngen und für Schrittweitensteuerung) behandelt. Die Lösung partieller DGLs wird lediglich durch ein Beispiel mit Zeit- und Ortsdiskretisierung angedeutet.

Das Kapitel über experimentelle Modellbildung befasst sich zunächst mit Vorgehensweise und Wahl der Testsignale. Es folgen Verfahren zur Gewinnung nichtparametrischer Modelle. Die direkte Parameterbestimmung aus Sprungantworten beschränkt sich auf einfache lineare dynamische Systeme. Für allgemeine Parameterschätzverfahren (wie sie in der "System Identification Toolbox" von MATLAB implementiert sind) werden die zugrunde liegenden Modelle dargestellt. An einem Verfahren wird die Rückführung auf ein Least-Squares-Problem gezeigt und bezüglich weiterer Details auf die Vorlesung "State and Parameter Estimation" verwiesen. Weitere Methoden werden nur als Ausblick angedeutet.

Physikalische Grundlagen aus Mechanik, Thermodynamik und Strömungslehre werden in kurzer Form zusammengefasst. Die Anwendung erfolgt zur theoretischen Modellbildung (zur Gewinnung "rigoroser Modelle") für zahlreiche Beispiele, so z.B.: Antrieb mit Gleichstrommotor, Pumpe und Kompressor, Ventil, Wärmetauscher, beheizter Behälter (Flüssigkeit, Gas, kochende Flüssigkeit und Dampf), Rührkesselreaktor mit chemischer Reaktion.

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

Die Studierenden sollen numerische Lösungsverfahren für gewöhnliche Differentialgleichungen in ihren Eigenschaften beurteilen und für einen gegebenen Anwendungsfall auswählen können. Sie sollen verschiedene Verfahren zur experimentellen Systemidentifikation anwenden können. Sie sollen auch in der Lage sein, für einige einfache in der Verfahrenstechnik wichtige physikalische Systeme rigorose (theoretische) Modelle aufzustellen.

Description / Content English

After an introduction into goals and significance of modelling and simulation, numerical methods for solving ordinary differential equations (various implicit and explicit single step and multi-step methods, other methods) and their properties (numeric stability, local and global errors, suitability for stiff differential equations, for step inputs and for step width control) are considered. For the solution of partial differential equations, there is only a hint by an example with space and time discretization.

The chapter "experimental modelling" at first discusses principles and choice of test signals, followed by methods for gaining nonparametric models. For general parameter estimation methods, as they are contained in the MATLAB system identification toolbox, the basic models are presented. For one method, the reduction to a

least-squares problem is shown; for further details the lecture refers to another lecture ("state and parameter estimation"). Other methods are only mentioned as outlook.

A short overview over physical fundamentals from mechanics, thermodynamics and fluid dynamics is given. These fundamentals are applied for theoretical modelling (gaining rigorous models) for numerous examples, e.g.: DC drive, pump and compressor, valve, heat exchanger, heated vessel (liquid, gas, boiling liquid and vapour), stirring vessel reactor with chemical reaction.

Learning objectives / skills English

The students should be able to apply numerical methods for the solution of ordinary differential equations and to evaluate their properties and suitability for a given application case. They are expected to apply various methods for experimental system identification. Also, they should be able to formulate rigorous (theoretical) models for some simple systems, which are important in process industry.

Literatur

- [1] Maier, Uwe: Vorlesungsskript "Modelling and Simulation of Dynamic Systems" (steht größtenteils zum Download zur Verfügung, wird jährlich aktualisiert).
- [2] Thomas, Philip: Simulation of Industrial Processes for Control Engineers. Butterworth Heinemann, 1999.
- Weitere umfangreiche Literaturliste zu den einzelnen Kapiteln in den Vorlesungsunterlagen.

Kursname laut Prüfungsordnung**Modelling and Simulation of Dynamic Systems Lab****Course title English**

Modelling and Simulation of Dynamic Systems Lab

Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
1	WS	Englisch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
		1	

Prüfungsleistung

Ausreichende Vorbereitung gemäß Versuchsbeschreibungen und aktive Teilnahme an allen Versuchen.

Beschreibung / Inhalt Deutsch

Die Versuche dienen zur Vertiefung des Verständnisses der Vorlesung "Modelling and Simulation of Dynamic Systems". Mit MATLAB/SIMULINK werden folgende Themenbereiche vertieft:

- Numerische Verfahren zur Lösung gewöhnlicher Differentialgleichungen und ihre Eigenschaften,
- ein Beispiel zur Lösung einer partiellen Differentialgleichung (eindimensionale Wärmeleitung),
- theoretische Modellbildung und nachträgliche Anpassung (Optimierung) der Parameter an Messungen,
- experimentelle Modellbildung mittels der System Identification Toolbox von MATLAB.

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

Siehe Beschreibung der Vorlesung "Modelling and Simulation of Dynamic Systems".

Description / Content English

Goal of the experiments is deepening the understanding of the lecture "Modelling and Simulation of Dynamic Systems". With MATLAB/SIMULINK the following subjects are treated:

- Numerical methods for the solution of ordinary differential equations, and their properties;
- an example for the solution of a partial differential equation (1-dimensional heat conduction);
- theoretical modelling, followed by parameter optimisation for matching experimental data;
- experimental modelling by means of the MATLAB system identification toolbox.

Learning objectives / skills English

See description of lecture "Modelling and Simulation of Dynamic Systems".

Literatur

Siehe Vorlesung "Modelling and Simulation of Dynamic Systems".

Kursname laut Prüfungsordnung			
Nichtstationäre Vorgänge in elektrischen Netzen			
Course title English			
Non-Stationary Processes in Power Systems			
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	SS	Deutsch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		
Prüfungsleistung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
Folgende Themen werden behandelt:
- Mathematische Grundlagen der Modellierung
- Schaltvorgänge
- 1p Fehlervorgänge
- Einschaltrush
- Kippschwingungen
- Ferroresonanzen
- Subsynchrone Resonanzen
- Oberschwingungen, Entstehung, Ausbreitung, Berechnung
- Transiente Stabilität
- Kleinsignalstabilität
- Frequenzstabilität
- Torsionsschwingungen
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
Die Studierenden kennen die wichtigsten nichtstationären Vorgänge in elektrischen Energieversorgungsnetzen.

Description / Content English
The lecture provides an overview about typical non-stationary phenomena in power systems. The students will learn about the physical background, modeling and simulation issues as well as methods to mitigate the effect of transients on secure power system operation. In particular the following phenomena will be discussed:
- Basics of modeling power systems
- Switching transients
- Transients following single line to ground faults
- In-Rush of transformers
- Ferro-Resonances
- Sub-Synchronous Resonances
- Harmonics (sources, propagation, calculation)
- Transient Stability
- Small Signal Stability
- Frequency Stability
- Torsional Oscillations
Learning objectives / skills English
Study on the most important non-stationary phenomena in power systems.

Literatur

Vorlesungsscript

Kursname laut Prüfungsordnung**Nicht-technischer Katalog MA****Course title English**

Non-technical Catalog MA

Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
8	WS/SS	Deutsch/Englisch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
			6

Prüfungsleistung

Die Art und Dauer der Prüfung wird vom Lehrenden vor Beginn des Semesters bestimmt.

Beschreibung / Inhalt Deutsch

Mit diesem Modul soll den Studierenden die Möglichkeit gegeben werden, im Rahmen des Studiums neben den rein technischen Veranstaltungen auch so genannte „nicht-technische Fächer“ nachweislich zu belegen. Die Veranstaltungen können aus dem gesamten Angebot der Universität Duisburg-Essen gewählt werden, wobei das „Institut für Optionale Studien“ (IOS) einen Katalog mit Veranstaltungen aus dem so genannten Ergänzungsbereich vorhält.

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

Ziel des Moduls ist Vertiefung der Allgemeinbildung der Studierenden und ggf. die Verstärkung der sprachlichen Kompetenz sowie eine Stärkung der Berufsbefähigung durch das Erlernen von Teamfähigkeit und Präsentationstechniken.

Description / Content English

This module offers the students the opportunity to, besides the pure technical courses they take, attend some so called „non-technical subjects“ and latter provide an attest for them. These courses can be chosen from the overall offers of the Duisburg-Essen university, whereby the „Institut für Optionale Studien“(IOS) proposes a catalog containing courses which fall under the named supplementary area.

Learning objectives / skills English

The module aims at deepening the general knowledge of the students and resp. at improving their language skills as well as strengthening their professional qualifications through the learning of teamwork and expose techniques.

Literatur

Spezifisch für das gewählte Thema

Kursname laut Prüfungsordnung**Numerical Mathematics****Course title English**

Numerical Mathematics

Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
6	WS	Englisch	1
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	2		
Prüfungsleistung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch

Folgende Themen werden behandelt:

1. Fehleranalyse

Darstellung von Zahlen, Gleitpunktzahlen, Rundungsfehler, Fehlerfortpflanzung, Fehlerfortpflanzung bei arithmetischen Operationen, Konditionierung

2. Nichtlineare Gleichungen

Die Sekantenmethode, das Newtonverfahren, Fixpunktverfahren, Nullstellen von Polynomen, Systeme nichtlinearer Gleichungen, das Newtonverfahren für Systeme

3. Lineare Gleichungssysteme

Die LR- und Cholesky-Zerlegung, die LR-Zerlegung, die Cholesky-Zerlegung, das Gaußsche Eliminationsverfahren, die QR-Zerlegung, Problem der kleinsten Quadrate, Iterative Lösungen, das Jacobi-Verfahren, das Gauß-Seidel-Verfahren, Konvergenzeigenschaften

4. Bestimmung von Eigenwerten

Die Potenzmethode, Gerschgorinkreise, die QR-Methode, Hessenbergmatrizen

5. Gewöhnliche Differentialgleichungen

Trennung der Veränderlichen und lineare Gleichungen, Einschrittverfahren, das Eulerverfahren, das verbesserte Eulerverfahren, das Runge-Kutta-Verfahren

6. Interpolation

Lagrange-Polynome, Interpolationsfehler, Dividierte Differenzen, Splines

7. Integration

Gaußsche Quadraturformeln

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

Die Studierenden sollen lernen, typische Probleme aus der Ingenieurmathematik mit numerischen Verfahren zu lösen, darunter lineare und nichtlineare Gleichungssysteme, Eigenwerte, Interpolation, Differentialgleichungen und Integration. Sie sollen lernen, abstrakt formulierte Methoden in eine konkrete Berechnung umzusetzen und diese Verfahren hinsichtlich Genauigkeit und Effizienz zu beurteilen.

Description / Content English

The course deals with the following subjects:

1 Error Analysis

Representation of numbers, Floating-point-numbers, Rounding errors, Error Propagation, Error propagation in arithmetic operations, Condition numbers

2 Nonlinear equations

The method of Bisection, The secant method, Newton's method, Fixed point iteration, Polynomial equations, Systems of nonlinear equations, Newton's method for systems

3 Systems of Linear Equations

The LR and Cholesky Decomposition, The LR-Decomposition, The Cholesky Decomposition, Gauss Elimination and Back-Substitution, Pivoting strategies, The QR Decomposition, Data fitting; Least square problems, Iterative solutions, Jacobi Iteration (total-step-method), Gauss-Seidel-Iteration (single-step-method), Convergence properties

4 Finding Eigenvalues

The Power method, Localizing eigenvalues, The QR-method, Hessenberg matrices

5 Ordinary Differential Equations

Basic analytic methods, Separation of variables, Linear differential equations, One-step-methods, Euler's Method, Midpoint Euler, Two-stage-models, Runge-Kutta-methods

6 Polynomial Interpolation

Lagrange form of Interpolation Polynomial, Interpolation Error, Divided Differences, Spline Interpolation

7 Numerical Integration

Gaussian Quadrature

Learning objectives / skills English

The students should learn, to solve typical problems in engineering-mathematics by numerical methods, among others: Linear and nonlinear systems, eigenvalues, interpolation, differential equations and integration. They should learn to implement general methods into a practical computation and to evaluate them with respect to accuracy and efficiency.

Literatur

- 1 Gautschi, W. Numerical Analysis, Birkhäuser,1997.
- 2 Hammerlin und Hoffmann. Numerische Mathematik, Springer,1994.
- 3 Householder. A.S. Principles of Numerical Analysis, Dover Publications,1974.
- 4 Kincaid,D. and Cheney, W. Numerical Analysis, Brooks/Cole Publishing,1991.
- 5 Locher. Numerische Mathematik für Informatiker,1993.
- 6 Philipps,C. and Cornelius, B. Computational Numerical Methods, Ellis Hoorwood.
- 7 Stoer, J. and Burlisch, R. Introduction to numerical Analysis,2005.

Kursname laut Prüfungsordnung			
Photovoltaik			
Course title English			
Photovoltaik			
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	SS	Deutsch/Englisch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		
Prüfungsleistung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch

In dieser Vorlesung werden die Grundlagen der Photovoltaik bis hin zum vertieften Verständnis einzelner Zellkonzepte behandelt. Die Grundlagen schließen das wirtschaftliche Potenzial der Technologie, das Sonnenspektrum, Ladungsträger Generations- und Transportmechanismen in organischen wie anorganischen Halbleitern sowie die Funktionsweise des pn-übergangs mit ein. Vertieft werden diese Inhalte hinsichtlich der allgemeinen elektrischen Solarzellenfunktionalität, Verlustmechanismen und Begrenzungen in der Konversionseffizienz. Weiterhin wird im Speziellen auf Solarzellen der 1. Generation: Si und μ -Si, der 2. Generation: a-Si, organische und Graetzelzellen sowie auf Solarzellen der 3. Generation: Tandem Zellen eingegangen.

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

Die Studenten sind in der Lage:

- Das Energiegenerationspotential der Technologie zu erklären
- Den Ursprung des photovoltaischen Effekts allgemein und die Funktionsweise einer Solarzelle an konkreten Materialsystemen zu erklären, unter zu Hilfenahme von quasi-Fermi Niveaus und standard Transportmodellen.
- Generations und Rekombinations-mechanismen zu erklären.
- Begrenzungen in der maximalen Konversionseffizienz zu erklären und hierbei zwischen materialbedingten, prozessbedingten und strukturbedingten Begrenzungen zu unterscheiden
- Solarzellen elektro-optisch zu charakterisieren und die Ergebnisse mit Hilfe von standard Ersatzschaltbildern zu Interpretieren.
- Solarzellen der drei Generationen zu unterscheiden, deren Funktionsweise zu beschreiben und deren Vor- und Nachteile zu erklären.

Description / Content English

This lecture deals with the photovoltaic basics, as well as an in depth understanding of selected solar cell concepts. The basics include the market potential of the photovoltaic technology, the solar spectrum, charge carrier generation and transport mechanisms in organic / inorganic semiconductors, as well as the working principle of the classical pn-junction. Emphasis is also placed on the general electrical solar cell functionality, loss mechanisms and limitations with respect to the power conversion efficiency. Specifically solar cells of the 1st generation: Si and μ -Si, the 2nd generation: a-Si, organic and Graetzel cells as well as solar cells of the 3rd generation: tandem cells are discussed.

Learning objectives / skills English

The students are able:

- to describe the energy generation potential of this technology.
- to describe the origin of the photovoltaic effect, as well as the working principle of solar cells using concrete material systems, quasi Fermi levels as well as standard transport models.
- to describe generation and recombination mechanisms.

- to describe limitations of the max. obtainable power conversion efficiency and be able to differentiate between material, process and design limitations.
- to characterize solar cells electro-optically and are able to interpret their findings using standard equivalent circuits.
- to differentiate between solar cells of the three generations, are able to describe their working principle as well as their advantages and disadvantages.

Literatur

- The Physics of Solar Cells, Jenny Nelson, Imperial College Press
- Physics of Semiconductor Device, S.M. Sze and K.K. NG, WILEY-Interscience
- Physics of Solar Cells, Peter Würfel, WILEY-VCH
- Organic Molecular Solids, Markus Schwoerer and Hans Christoph Wolf, WILEY-VCH
- Solid State Physics, Harald Ibach and Hans Lüth, Springer

Kursname laut Prüfungsordnung**Power System Analysis****Course title English**

Power System Analysis

Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	WS	Englisch	1
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		
Prüfungsleistung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch

Die Veranstaltung behandelt die Grundlagen der Berechnung elektrischer Netze. Im Vordergrund stehen Methoden der digitalen Netzberechnung. Zunächst werden die Systemelemente, Leitungen, Transformatoren, Generatoren, usw. mathematisch beschrieben. Danach folgen die Methoden zur Leistungsflussberechnung, Kurzschlussstromberechnung, Netzoptimierung und Zustandsschätzung. Die Veranstaltung ist gekoppelt mit Übungen, die überwiegend auf Personalcomputern durchgeführt werden. Das Ziel ist, die Studenten zu befähigen, mit Computersoftware Netzberechnungsaufgaben zu lösen. Sie sollen außerdem die implementierten und verwendeten Algorithmen verstehen.

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

Die Studierenden verstehen die verschiedenen Methoden der Netzberechnung und können sie bei der Berechnung elektrischer Energieversorgungsnetze anwenden. Sie sind in der Lage, sowohl stationäre Leistungsflüsse als auch Kurzschlusszustände zu berechnen.

Description / Content English

The lecture deals with the basics of power system calculation. The focus is on computer-based methods. At the beginning, the elements of the system, like lines, transformers, generators, etc. are described. Then, the equations for system descriptions are formed and the solutions of the power flow, short circuit, optimisation and power system state estimation problems are discussed. The lecture is coupled with computer exercises. The objective is to enable students to use computer software for solving power system problems and to understand algorithm implemented into these software.

Learning objectives / skills English

Students know different methods of power system analysis, in particular power flow and short circuit analysis. They are able to apply these methods to large electrical power systems.

Literatur

D. Oeding, B.R. Oswald: Elektrische Kraftwerke und Netze. Springer Verlag Berlin, 2004

B. Oswald: Netzberechnung, Berechnung stationärer und quasistationärer Betriebszustände in Elektroenergieversorgungsnetzen, VDE-Verlag

Kursname laut Prüfungsordnung			
Power System Operation and Control			
Course title English			
Power System Operation and Control			
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	SS	Englisch	1
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		
Prüfungsleistung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch

Das Elektrische Energieversorgungsnetz ist ein großes dynamisches System. Ein Ziel der Lehrveranstaltung ist, verschiedene dynamische Vorgänge, die durch Kurzschlüsse, Blitzschläge, Schalthandlungen hervorgerufen werden, vorzustellen und zu diskutieren. Die Algorithmen für eine computerbasierte Simulation werden kurz beschrieben und die bekanntesten Softwarewerkzeuge vorgestellt. Weiterhin werden Methoden zur Regelung der Frequenz und Spannung erläutert. Ein Überblick wird gegeben ebenfalls über die Netzeleittechnik, soweit diese für die Regelung, Steuerung und Überwachung des Netzes aus der Sicht der Netzdynamik relevant ist.

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

Die Studierenden verstehen die Betriebsweise elektrischer Netze, sie kennen, wie Spannung, Leistung und Frequenz geregelt werden und welche Betriebsmittel als Stellglieder hierfür zur Verfügung stehen. Sie wissen, welche transienten und dynamischen Phänomene infolge von Störungen im Netz auftreten und welche Auswirkungen sie haben können.

Description / Content English

Power system is a large-scale dynamic system. One of the objectives of the lecture is to discuss main issues of power system dynamics caused by disturbances like short circuits, lightning strokes and switching actions. The algorithms for computer-based time and frequency domain simulation techniques will be described shortly and some of the most popular software packages introduced. Furthermore, methods for power system control to maintain voltage and frequency standards will be discussed. An overview will also be given about the structure of the energy management systems.

Learning objectives / skills English

Students know how power systems are operating, how voltage, power and frequency are controlled and which means are available for these controls. They know the most important phenomena caused by different disturbances in power systems as well as the consequences they may cause.

Literatur

P. Kundur: Power System Stability and Control, EPRI, McGraw-Hill, 1994, ISBN 0-07-035958-X.
D. Oeding, B.R. Oswald: Elektrische Kraftwerke und Netze. Springer Verlag Berlin, 2004

Kursname laut Prüfungsordnung			
Power System Operation and Control Lab			
Course title English			
Power System Operation and Control Lab			
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
3	WS	Englisch	1
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
		2	
Prüfungsleistung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch

In diesem Praktikum werden Kenntnisse über Aufbau, Betrieb und Regelung elektrischer Energieversorgungsnetze vertieft. Hierfür stehen im Fachgebiet Elektrische Anlagen und Netze 6 Praktikumsversuche zur Verfügung. In einem Eingangskolloquium wird zuerst die Vorbereitung der Studenten überprüft. Danach erfolgen Messungen an den Anlagen unter Anleitung eines Assistenten. über die Ergebnisse ist ein Protokoll anzufertigen.

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

In diesem Praktikum können Studenten ihre Kenntnisse über Aufbau, Betrieb und Regelung von elektrischen Energieversorgungsnetze vertiefen.

Description / Content English

In this lab students have to enhance their knowledge about structure, operation and control of power systems. For this the department provides 6 lab experiments. In the first step the preparation of students for the lab will be controlled. Then, the students carry out measurements under supervision of an assistant. Finally a written report about the measurements results is required.

Learning objectives / skills English

In this lab students can enhance their knowledge about structure, operation and control of power systems.

Literatur

Script to the lab

Kursname laut Prüfungsordnung**Regenerative Energietechnik 1****Course title English**

Renewable Energy Technology 1

Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	WS	Deutsch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		
Prüfungsleistung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch

In der Vorlesung wird die Bandbreite der thermischen und photovoltaischen Nutzung der Sonnenenergie vorgestellt. Nach einer Diskussion der Grundlagen des solaren Strahlungsangebotes (Physikalische Grundlagen der Strahlung, Strahlungsbilanzen, Himmelsstrahlung, Globalstrahlung, Messung solarer Strahlungsenergie) werden Niedertemperaturkollektoren, konzentrierende Kollektoren und die solarthermische Stromerzeugung in Farm- und Towerkraftwerken behandelt. Einen weiteren Schwerpunkt bildet das Thema der photovoltaischen Stromerzeugung mit einer Einführung in das Bändermodell der Elektronen im Festkörper, des Aufbaus, der Funktionsweise und des Wirkungsgrads von Silizium-Solarzellen, Dünnschichtsolarzellen und kompletten Solarzellensystemen.

Der erreichte Stand der Technik sowie technische und wirtschaftliche Potentiale der Solarthermie und Photovoltaik werden ebenfalls erörtert.

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

Der Studierende versteht die Prinzipien der energetischen Nutzung von Solarenergie, kennt den technischen Aufbau und den Wirkungsgrad verschiedener Solaranlagen und kann das technische und wirtschaftliche Potential der Nutzung der Solarenergie einschätzen.

Description / Content English

Focus of the lecture is the thermal and photovoltaic use of solar energy. Topics are the potential of solar radiation and its physical fundamentals, radiation balances, total radiation and measurement of solar irradiation. The conversion of solar radiation into thermal energy by thermal collectors, like flat collectors and concentrating collectors, the generation of high temperature heat by solar farm and tower power plants will be explained. Photovoltaic generation of electricity is the second main topic, the energy band model of semiconductors, the functional principle of silicon solar cells, including construction principles, manufacturing and efficiency will be presented. Important is as well the optimization potential, thin film solar cells, other semiconductors, photovoltaic system technology. Finally, the technical and economical potential of thermal and photovoltaic use of solar energy will be discussed.

Learning objectives / skills English

The student understands the principles of energetic use of solar energy, knows technical details about construction and efficiency of conversion devices for solar energy (solar thermal collectors and PV) and is able to judge the technical and economical potential of solar energy use.

Literatur

- Adolf Goetzberger, Volker Wittwer, „Sonnenenergie – Thermische Nutzung“, Teubner Studienbücher
- Adolf Goetzberger, Bernhard Voß, Volker Wittwer, „Sonnenenergie: Photovoltaik“, Teubner Studienbücher
- Martin Kaltschmitt, Andreas Wiese, „Erneuerbare Energien“, Springer Verlag

- Manfred Kleemann, Michael Meliß, „Regenerative Energiequellen“, Springer Verlag

Kursname laut Prüfungsordnung**Schaltanlagen****Course title English**

Switching Components

Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	SS	Deutsch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		
Prüfungsleistung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch

In der Vorlesung werden Aufbau und charakteristische Merkmale von verschiedenen Leistungsschaltern, Trennern und anderen schaltenden Komponenten in elektrischen Netzen beschrieben. Darüber hinaus wird der Aufbau von Umspannwerken und Verteilstationen diskutiert.

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

Die Studenten kennen den Aufbau und prinzipielle Funktionsweise von Schaltanlagen in elektrischen Netzen.

Description / Content English

The lecture deals with the design and specifications of different switchgears, disconnectors and other switching components in power systems. Furthermore, the design of substations will be also discussed.

Learning objectives / skills English

The students are able to design and explain the functionality of different switching components in power systems.

Literatur

Handbuch Schaltanlagen ABB,
kann von der ABB-Webseite als pdf-Datei heruntergeladen werden.

Kursname laut Prüfungsordnung			
Strömungsmaschinen			
Course title English			
Fluid Machines			
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	WS	Deutsch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		
Prüfungsleistung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch

Die Vorlesung Strömungsmaschinen (SM) baut auf der Vorlesung Wärmekraft- und Arbeitsmaschinen des Bachelor-Studienganges Maschinenbau auf. Weiterführend werden in der Vorlesung SM unterschiedliche Maschinentypen und ihre Auslegungen besprochen. Die zwei- und die dreidimensionale Strömung in SM wird ausführlich erläutert und diskutiert. Zusätzlich wird das Betriebsverhalten und die Betriebsweise der Strömungsmaschinentypen vertieft und es werden verschiedene Regelungsmöglichkeiten behandelt. Die Einsatzgebiete der Maschinen in Solarkraftwerken, Geothermie-, Gezeitenkraftwerken, Förderung von Medien in verfahrenstechnischen Anlagen, Brennstoffzellen, mechanischen und thermischen Speicherkraftwerken (Pumpspeicherkraftwerke, Carnot Batterie), Wasserstoff und Methan Förderung in Pipelines und der Wasser- und Abwasserförderung und der Gas- und Dampfkraftwerke werden diskutiert.

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

Die Studierenden lernen die Theorie der zwei- und dreidimensionalen Strömung kennen und können die Grundlagen dieser Theorie auf die verschiedenen Maschinenarten anwenden. Sie verstehen die unterschiedlichen Formen der Auslegung der Maschinen im Detail und haben ein vertieftes Verständnis für das Verhalten der Maschinen durch die Interpretation der Kennfelder. Neben den unterschiedlichen Betriebsarten werden die Studierenden befähigt die Grundlagen des Betriebsverhaltens und der Regelung von Strömungsmaschinen anzuwenden.

Description / Content English

The lecture Fluid Machinery (SM) builds on the lecture Thermal Power and Working Machines of the Bachelor's programme in Mechanical Engineering. Different types of machines and their designs are discussed in the SM lecture. The two- and three-dimensional flow in SM is explained and discussed in detail. In addition, the operating behaviour and mode of operation of the flow machine types are discussed in depth and various control options are dealt with. The application areas of the machines in solar power plants, geothermal and tidal power plants, pumping of media in process engineering plants, fuel cells, mechanical and thermal storage power plants (pumped storage power plants, Carnot battery), hydrogen and methane pumping in pipelines and water and waste water pumping and gas and steam power plants are discussed.

Learning objectives / skills English

The students learn about the theory of two- and three-dimensional flow and can apply the basics of this theory to the different types of machines. They understand the different forms of machine design in detail and have a deeper understanding of the behaviour of the machines through the interpretation of the characteristic diagrams. In addition to the different types of operation, the students are enabled to apply the basics of the operating behaviour and control of fluid flow machines.

Literatur

see weblink below.

Kursname laut Prüfungsordnung**Theoretische Elektrotechnik 1****Course title English**

Electromagnetic Field Theory 1

Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
6	WS	Deutsch	1
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	2		
Prüfungsleistung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch

"Theoretische Elektrotechnik" ist eine Veranstaltung, welche das physikalische Verständnis von elektromagnetischen Feldern vertiefen soll. Sie bildet zudem eine Schlüsselqualifikation für andere Bereiche der Elektrotechnik. In der Energietechnik sind es beispielsweise die Gebiete der Hochspannungstechnik, elektrische Maschinen und im Allgemeinen die der Energieversorgung. Die Vorlesung Theoretische Elektrotechnik stellt in ihrer Gesamtheit aber auch eine Erweiterung des Lehrinhaltes in Richtung der klassischen Elektrodynamik dar, welche wiederum eine Brückenfunktion erfüllt, z.B. für das Gebiet der Hochfrequenztechnik, der Halbleiterelektronik und für die modernen Themenstellungen aus der Nanophotonik und Nanooptik.

Die Veranstaltung "Theoretische Elektrotechnik 1" umfasst die folgenden Themenstellungen:

(1) Elektrostatik:

=====

- Das elektrische Feld: Feldstärke und Flussdichte
- Die Grundgleichungen der Elektrostatik (Satz von Gauss, Wirbelfreiheit)
- Das elektrostatische Potenzial
- Kapazitätsberechnungen
- Einfluss des Materials
- Grenzbedingungen
- Energie und Kräfte
- Das elektrostatische Randwertproblem
- Analytische, grafische, semi-analytische, direkte und iterative numerische Lösungsverfahren

(2) Das stationäre elektrische Strömungsfeld:

=====

- Strom und Stromdichte
- Die Grundgleichungen des stationären Strömungsfeldes (Kontinuitätsgleichung, Gesetz von Ohm)
- Grenzbedingungen
- Leistungsdichte
- Widerstandsberechnungen
- Das Randwertproblem des stationären Strömungsfeldes
- Dualität zur Elektrostatik

Im Verlauf der Vorlesung werden auch die wichtigsten Elemente der Vektorrechnung, der Vektoranalysis, der Koordinatensysteme und der Tensorrechnung erarbeitet.

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

Die Studierenden sind in der Lage,

- Randwertprobleme aus der Elektrostatik selbstständig zu lösen,
- Randwertprobleme des stationären Strömungsfeldes selbstständig zu lösen,
- hierzu analytische oder numerische Berechnungsverfahren einzusetzen,
- das Verhalten der elektrischen Felder für den Entwurf zukünftiger Bauteile richtig einzuschätzen,
- stationäre Strömungsfelder in Leitern zu verstehen und deren Verhalten quantitativ zu bewerten,
- die Vektorrechnung und die Vektoranalysis im gegebenen Kontext formal korrekt einzusetzen.

Description / Content English

The course „Theoretische Elektrotechnik“ is aimed towards a profound physical understanding of electromagnetic fields. It represents a key qualification in order to bridge the gap to other realms of electrical engineering, such as e.g. high-voltage engineering, electrical engines, and energy transmission. The course as a whole represents an extension towards classical electrodynamics addressing areas like microwave engineering, solid state electronics and advanced issues in the framework of nanosciences, such as e.g. nanophotonics and nano optics.

The lecture "Theoretische Elektrotechnik 1" encompasses the following topics:

(1) Electrostatics:

=====

- Electric field and electric flux density
- The fundamental equations (Gauss law, conservative fields)
- The electrostatic potential
- The general theory of capacitance
- Electrostatic field in material media
- Boundary conditions
- Energy and forces
- The electrostatic boundary value problem
- Analytical, graphical, semi-analytical, direct und iterative numerical solution methods

(2) Stationary electric fields in conducting media:

=====

- Current and current density
- The fundamental equations (continuity equation, Ohm's law)
- Boundary conditions
- Power density
- Calculation of the resistance
- The stationary boundary value problem
- Duality to electrostatics

The course also covers the fundamentals of vector calculus, vector analysis, coordinate systems, and some elements of tensor calculus.

Learning objectives / skills English

Based on this course the students are capable:

- to solve an electrostatic boundary problem while using either analytical or numerical methodologies,
- to correctly evaluate the behavior of electrostatic field according to their appearance in technical building blocks and systems,
- to understand the underlying mechanisms of stationary current fields and to provide quantitative measures for their behavior,
- to master vector calculus, vector analysis and to correctly apply these formalisms in the corresponding context of application.

Literatur

- Pascal Leuchtmann, Einführung in die elektromagnetische Feldtheorie, München: Pearson Studium, 2005.
- Ingo Wolff, Maxwellsche Theorie - Grundlagen und Anwendung. Band 1: Elektrostatik, Aachen: Verlagsbuchhandlung Dr. Wolff, 2005.
- Ingo Wolff, Maxwellsche Theorie - Grundlagen und Anwendung. Band 2: Strömungsfelder, Magnetfelder, Wellenfelder, Aachen: Verlagsbuchhandlung Dr. Wolff, 2007.
- David J. Griffiths, Introduction to Electrodynamics, (3rd. ed), San Francisco: Pearson, 2008.
- David J. Griffiths, Elektrodynamik - Eine Einführung, (3. Aufl.), München: Pearson Studium, 2011.
- Günther Lehner, Elektromagnetische Feldtheorie – für Ingenieure und Physiker, Berlin: Springer Verlag, 2006.
- Heino Henke, Elektromagnetische Felder – Theorie und Anwendungen, (3. Aufl.), Berlin: Springer Verlag, 2007.
- Julius Adams Stratton, Electromagnetic Theory, Hoboken: John Wiley & Sons / IEEE Press, 2007.
- Melvin Schwartz, Principles of Electrodynamics, New York: Dover Publications Inc., 1988.
- Gottlieb Strassacker, Rotation, Divergenz und Gradient - Leicht verständliche Einführung in die Elektromagnetische Feldtheorie, Wiesbaden: Teubner Verlag, 2006.

Kursname laut Prüfungsordnung			
Theorie statistischer Signale			
Course title English			
Theory of Statistical Signals			
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
5	WS	Deutsch	1
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	2		
Prüfungsleistung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch

Nach einer Einführung in den Begriff der Wahrscheinlichkeit werden Zufallsvariablen ausführlich behandelt. Hierzu gehören die verschiedenen Beschreibungsmöglichkeiten durch Wahrscheinlichkeitsdichtefunktion, Wahrscheinlichkeitsverteilungsfunktion sowie charakteristische Funktion. Weiterhin werden die Eigenschaften von Funktionen von Zufallsvariablen besprochen.

Den Schwerpunkt der Vorlesung bilden Zufallsprozesse, die als eine Erweiterung von Zufallsvariablen um die Dimension der Zeit eingeführt werden. Insbesondere werden Momente zweiter Ordnung wie die Autokorrelationsfunktion, die Kreuzkorrelationsfunktion sowie die entsprechenden Leistungsdichtespektren behandelt. Es werden spezielle Zufallsprozesse mit großer praktischer Bedeutung wie Gauß-, Poisson- und Schrotrauschprozesse besprochen. Abschließend werden Anwendungen wie optimale Filter und Modulation diskutiert. In den übungen werden die Inhalte der Veranstaltung vertieft.

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

Sehr viele Vorgänge (aus der Physik, Technik, Wirtschaft, Biologie ...) lassen sich nicht einfach durch deterministische Zusammenhänge beschreiben, sondern benötigen statistische Ansätze. Hierzu sind Absolventen in der Lage, die Konzepte von Zufallsvariablen und Zufallsprozessen in praktischen Problemstellungen einzusetzen.

Description / Content English

After a sound introduction in the notion of probability, stochastic variables will be discussed in detail. To that belong the different description possibilities through probability density function, probability distribution function and characteristic function. Beyond that, the properties of functions from stochastic variables will be handled.

Stochastic processes which are extended from stochastic variables in time dimension will be emphasized on. Second-order moments such as the autocorrelation function, the cross correlation function as well as the corresponding power spectral density will be particularly discussed.

Special stochastic processes of great practical importance such as the Gauss's and Poisson's processes will be handled.

In conclusion, applications like optimal filters and modulation will be discussed. The contents will be deepened in exercises.

Learning objectives / skills English

A lot of processes (from physics, economics, biology, technology ...) cannot be described only with deterministic relationships, but need statistical methods.

Students who have completed this course should be able to apply the concepts from stochastic variables and stochastic processes in practical problems.

Literatur

A. Papoulis: Probability, random variables and stochastic processes, McGraw-Hill, 2. Aufl. 1984

Kursname laut Prüfungsordnung**Thermodynamik und Kraftwerkstechnik****Course title English**

Thermodynamics and Power Plants

Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	SS	Deutsch	1
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		
Prüfungsleistung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch

Die Veranstaltung behandelt die verschiedenen Arten der heutigen Elektrizitätserzeugung mit ihren jeweiligen Charakteristika und Restriktionen. Der Vorlesungsstoff umfasst in erster Linie die konventionellen Kraftwerkstypen einschließlich der Kernenergienutzung. Für den dominierenden Bereich der thermischen Kraftwerke werden eingangs die thermodynamischen Grundlagen vermittelt. Berücksichtigung findet auch die Einbindung der unterschiedlichen Kraftwerke in das elektrische Netz sowie die sich daraus ergebenden Konsequenzen hinsichtlich Einsatzmöglichkeiten, Regelung, Eigenbedarf und Netzrückwirkungen. In der begleitenden übung werden Beispiele zur Kraftwerksauslegung und -anwendung rechnerisch behandelt.

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

Die Studierenden verstehen die verschiedenen Prinzipien der Kraftwerkstechnik, können ihre die Planung und den Betrieb betreffenden Unterschiede und Charakteristika einordnen und die Wechselbeziehung mit dem elektrischen Energieversorgungsnetz auf Basis ihres Fachwissens aufzeigen.

Description / Content English

The lecture deals with diverse plant types for electric power generation including their particular characteristics and restrictions. Main focus is on conventional plant types including nuclear. For the predominant group of thermal plants fundamentals of thermodynamics are conveyed first. Furthermore, integration of generation plants in el. power systems including consequences with regard to commitment, control, auxiliary power supply and retroactive effects are treated. The lectures are accompanied by calculation exercises for plant design and application.

Learning objectives / skills English

The students understand the diverse principles of power plant technologies; they are able to assess their characteristics and specifics with regard to plant design and operation, and to comprehend the interaction of generation plants and power systems based on their expertise.

Literatur

H. Happoldt / D. Oeding / B. Oswald: Elektrische Kraftwerke und Netze, 6. Aufl., Springer-Verlag, Berlin, 2004

Kursname laut Prüfungsordnung			
Wind Energy			
Course title English			
Wind Energy			
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	WS	Englisch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		
Prüfungsleistung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch

Folgende Themen werden behandelt:

- Umformung von Windenergie in mechanische Energie
- Windturbinenkonzepte (DFIG, Vollumrichterkonzept, etc.)
- Windgeneratoren
- Umrichter für Windenergieanlagen, Design und Regelung
- Netzanschlussregeln
- Anforderungen und Konzepte für das Durchfahren von Fehlern
- Offshore Windkraftwerke, Design und Netzeinbindung

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

Die Studierenden kennen die Funktionsweise von Windturbinen.

Description / Content English

The lecture will deal with the following topics:

- power conversion, wind to mechanical power
- different concepts of wind turbines (DFIG, full rated converter type, etc.)
- generators used in wind turbines
- converter systems, design and control
- Grid Codes
- Fault Ride-Through
- offshore wind power plants

Learning objectives / skills English

Study on design and operation of wind turbines

Literatur

Vorlesungsscript