
M.Sc. Energy Science and Engineering (PO 2023)

Modulhandbuch

FB 18

Stand: 01.10.2023



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

FB 18

Modulhandbuch: M.Sc. Energy Science and Engineering (PO 2023)

Stand: 01.10.2023

FB 18

Email: servicezentrum@etit.tu-darmstadt.de

Inhaltsverzeichnis

1	Pflichtbereich	1
1.1	Grundlagenmodule	1
	Einführung in die Betriebswirtschaftslehre	1
	Introduction to Innovation Management	3
	Introduction to Entrepreneurship	5
	Einführung in das Projektmanagement	7
	Einführung in die Volkswirtschaftslehre (Vorlesung)	9
	Industrial Organisation	10
	Chemistry for Energy Scientists and Engineers	12
	Materials Science for Renewable Energy Systems	13
	Energy Technologies in Civil Engineering and Architecture	15
	Energy Technologies in Mechanical Engineering	16
	Fundamentals of Electrical Engineering and Power Systems	18
1.2	Interdisziplinäres Energieprojekt IEP	20
	Interdisziplinäres Energieprojekt IEP	20
1.3	Abschlussarbeit	21
	Masterthesis ESE	21
2	Wahlpflichtbereich	22
2.1	Themenbereich Energie - Bau - Infrastruktur	22
2.1.1	Mini-Forschungsprojekt	22
	Mini-Forschungsprojekt "Energie - Bau - Infrastruktur"	22
2.1.2	Energieeffizientes Bauen	24
	Bauen im Bestand und Energetische Sanierung	24
	Bauen im Bestand - Verfahrenstechnik und Ökonomie	26
	Baustoffkunde	28
	Bauphysik	29
	Computational Methods for Building Physics and Construction Materials	30
	Fachmodul F: Gebäudetechnik	32
	Facade Technology I	33
	Facade Technology II	34
	Grundlagen der Gebäudetechnologie	36
	Glass and Facade Project	37
	Green Building Design I	39
	Green Building Design II	41
	Advanced Building Physics	43
	Smart Building	45
2.1.3	Infrastrukturplanung	46
	Infrastructure Planning	46
	International Spatial Development and Planning	48
	Räumliche Entwicklung und Planungspraxis in Deutschland	49
2.2	Themenbereich Energieeffiziente Mobilitäts- und Transportkonzepte	51
	Bahnsysteme und Bahntechnik	51
	Bahnbetrieb: Modellierung, Planung, Disposition I	53
	Bahnbetrieb: Modellierung, Planung, Disposition II	55
	Bahnbetrieb: Modellierung, Planung, Disposition III	57

Bahnbetrieb: Sichere Durchführung I	59
Control of Drives	61
Elektrische Antriebstechnik für Automobile	63
Elektrische Bahnen	65
Grundlagen der Flugantriebe	67
Grundlagen der Schienenfahrzeugtechnik	69
Motorenentwicklung für die elektrische Antriebstechnik	70
Nahverkehrsbahnen	72
Praxisorientierte Projektierung elektrischer Antriebe (Antriebstechnik für Elektroautos)	73
Advanced Vehicle Propulsion Systems	74
Systemic Evaluation of Air Traffic	76
Verbrennungskraftmaschinen I	78
Verbrennungskraftmaschinen II	80
Energy Converters - CAD and System Dynamics	82
2.2.1 Mini-Forschungsprojekt	84
Mini-Forschungsprojekt "Energieeffiziente Mobilitäts- und Transportkonzepte"	84
2.3 Themenbereich Materialien für energietechnische Prozesse	86
Chemie anorganischer Festkörper I (M.AC6)	86
Functional Materials	88
Grenzflächenverfahrenstechnik	90
Heterogene Katalyse (M.TC5)	91
Magnetism and Magnetic Materials	92
Materials Science of Thin Films	94
Semiconductor Interfaces	96
Surfaces and Interfaces	97
Werkstoffherstellung und -verarbeitung	99
Angewandte Supraleitung	101
2.3.1 Mini-Forschungsprojekt	103
Mini-Forschungsprojekt "Materialien für energietechnische Prozesse"	103
2.4 Themenbereich Erneuerbare Energien und Technologien	105
Electrochemistry for Energy Applications I: Fundamentals	105
Electrochemistry for Energy Applications II	107
Energiesysteme II (Erneuerbare Energien)	109
Materials chemistry in electrocatalysis for energy applications	110
2.4.1 Mini-Forschungsprojekt	112
Mini-Forschungsprojekt "Erneuerbare Energien und Technologien"	112
2.4.2 Biomasse	114
Abfalltechnik	114
Kommunale Abwasserbehandlung	116
Reststoffe aus Abwasseranlagen - Behandlung und Ressourcenrückgewinnung	118
Nachhaltige industrielle Chemie (M.TC9)	120
2.4.3 Geothermie	121
Geothermie I	121
Geothermie II	123
Geothermie III	124
Geothermie IV	125
Geothermie V	127
Geothermie VI	129
Geothermal Engineering	131
Grundwassermodellierung	133
2.4.4 Solar	134
Angewandte Optik	134
Fundamentals and Technology of Solar Cells	136

2.4.5	Wasser und Wind	137
	Numerische Modellierung im Wasserbau	137
	Wasserbau II: Flussbau, Hochwasserschutz und Wasserkraftnutzung	139
	Wasserbau III: Verkehrswasserbau, Gewässerentwicklung, Ökohydraulik	141
	Wasserbau IV: Wasserbauliches Versuchswesen	143
	Wind-, Wasser- und Wellenkraft	145
2.4.6	Elektrische Energie	146
	Hochspannungsschaltgeräte und -anlagen	146
	Energiekabelanlagen	147
	Hochspannungstechnik II	149
	Gasisolierte Schaltanlagen und Leitungen	151
	Blitzphysik und Blitzschutz	153
	Advanced Power Electronics	155
	Anwendungen, Simulation und Regelung leistungselektronischer Systeme	157
	Energy Converters - CAD and System Dynamics	159
	Neue Technologien bei elektrischen Energiewandlern und Aktoren	161
	Elektrothermische Prozesstechnik	163
	Energietechnisches Praktikum I	164
	Energietechnisches Praktikum II	166
	Projektseminar Energiewandler und Antriebstechnik	167
2.5	Themenbereich Multimodale Energiesysteme und Nachhaltigkeitsbewertung	168
	Elektrische Energieversorgung II	168
	Elektrische Energieversorgung III	170
	Energie und Klimaschutz	172
	Energy Efficiency	173
	Energieeffizienz und Energieflexibilität in der Produktion	175
	Energiemanagement & Optimierung	176
	Energieversorgung und Umweltschutz	178
	Energiewende gestalten	180
	Netzwirtschaft und Netzbetrieb in der Praxis	182
	Advanced Life Cycle Assessment of Products and Systems	184
	Modellierung von Stoffstromsystemen I	185
	Modeling of Material Flow Systems II	187
	Simulation des elektrischen Energieversorgungssystems	189
	Technik und Ökonomie Multimodaler Energiesysteme	190
	Umweltmanagement und industrieller Umweltschutz	192
	Umweltplanung	194
	Environmental Sciences	196
	Sustainable Systems Design	198
	Wirtschaftliche Optimierung der Energieversorgung für energieintensive Produktionsbetriebe	200
	Projektseminar Netzberechnung	202
2.5.1	Mini-Forschungsprojekt	203
	Mini-Forschungsprojekt "Multimodale Energiesysteme und Nachhaltigkeitsbewertung"	203
2.6	Themenbereich Zukünftige Kraftwerke	205
2.6.1	Mini-Forschungsprojekt	205
	Mini-Forschungsprojekt "Zukünftige Kraftwerke"	205
2.6.2	Verbrennungskraftwerke	207
	Elektrische Maschinen und Antriebe	207
	Energiesysteme I (Grundlagen der Energieumwandlung)	209
	Energiesysteme III (Innovative Energiewandlungsverfahren)	210
	Großgeneratoren und Hochleistungsantriebe	212
	Hochspannungstechnik I	214
	Höhere Wärmeübertragung	216
	Kraftwerke und Erneuerbare Energien	218

	Modeling of Turbulent Flows	220
	Planung, Bau, Inbetriebnahme und Betrieb von Großanlagen	222
	Technische Verbrennung I	223
	Tutorium Energiesysteme	225
2.6.3	Fusions- und Kernenergie	226
	Beschleunigerphysik	226
	Intense Laser Beams	228
	Atoms and Ions in Plasma	230
	Messmethoden der Kernphysik	232
	Energy from Nuclear Fusion	234
	Radiation Biophysics	235
2.7	Querschnittsthemen der Energiewissenschaft und -technik (kann nicht als Vertiefung gewählt werden)	237
	Einführung in Scientific Computing mit Python	237
	Energietechnik	239
	Policy-Analyse im Kontext von Energy Science und Engineering	241
	Projektseminar Energieinformationssysteme	242
	Umweltinformationssysteme	243
	Fluidenergiemaschinen	245
	Introduction to Turbulence	246
	Numerische Strömungssimulation	248
	Transportphänomene	250
	Normen-, Prüf- und Zulassungswesen in der Elektrotechnik	252
	Echtzeitanwendungen und Kommunikation mit Microcontrollern und programmierbaren Logikbausteinen	254
2.7.1	Mini-Forschungsprojekt	256
	Mini-Forschungsprojekt "Querschnittsthemen der Energiewissenschaft und -technik"	256
2.7.2	Energienetze	258
	Statistische Physik von Netzwerken	258
	Überspannungsschutz und Isolationskoordination in Energieversorgungsnetzen	259
2.7.3	Physikalische und chemische Grundlagen	261
	Chemische Kinetik (M.PC8)	261
	Chemische Produktionsverfahren (M.TC7)	263
	Elektrochemie (M.PC5/M.AC9)	264
	Elektromagnetische Verträglichkeit	265
	Homogene Katalyse (M.AC4)	267
	Mesoskopische Chemie (M.AC5)	268
	Physikalische Festkörperchemie - Kondensierte Materie A (M.PC9)	269
	Physikalische Chemie der weichen Materie - Kondensierte Materie B (M.PC10/M.TH8/M.MC4)	270
	Non-conventional synthesis methods in materials chemistry	272
	Spektroskopie (M.PC4)	273

1 Pflichtbereich

1.1 Grundlagenmodule

Modulname Einführung in die Betriebswirtschaftslehre					
Modul Nr. 01-10-1028/f	Leistungspunkte 3 CP	Arbeitsaufwand 90 h	Selbststudium 60 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes Semester
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr. rer. pol. Dirk Schiereck		
1	Lerninhalt Das Modul bietet eine Einführung in die Betriebswirtschaftslehre für Studierende in BWL-fernen Studiengängen und damit eine Ergänzung zum Curriculum oder als Erwerb für Vorkenntnisse für weiterführende Veranstaltungen im Bereich Betriebswirtschaftslehre. Von der Entstehung des Studienfaches bis zur heutigen Ausdifferenzierung in seine Spezialisierungsbereiche bietet der Kurs Einblicke in das breite Spektrum der Betriebswirtschaft. Zu behandelnde Themenschwerpunkte sind allgemeine Grundlagen der BWL (Rechtsformen und Definitionen), einige Marketingkonzepte, Grundzüge des Produktionsmanagements (Prozessoptimierung und Qualitätsmanagement), Organisation und Personalmanagement, Grundlagen der Finanzierung und Investitionsrechnung sowie Basiswissen in Rechnungswesen und Controlling.				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Das Modul fördert das ökonomische Denken von Studierenden, die bisher keine Verbindung zur BWL hatten. Er schult das Verständnis für die Verhaltensweisen von Unternehmen und Wirtschaft im Allgemeinen. Nach der/den Veranstaltung/en sind die Studierenden in der Lage, <ul style="list-style-type: none">• die zeitliche Entwicklung der Betriebswirtschaftslehre nachzuvollziehen,• zentrale Marketingkonzepte anzuwenden,• grundlegende Verfahren des Produktionsmanagements zu nutzen,• Investitionsalternativen ökonomisch zu bewerten und• wesentliche Zusammenhänge des Rechnungswesens zu verstehen.				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme Keine				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none">• Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Dauer: 90 Min., Standard BWS)				
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Prüfungsleistung.				
6	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none">• Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Gewichtung: 100 %)				
7	Verwendbarkeit des Moduls				

	M.Sc. ESE		
	Lehrexport in verschiedenen Wahlbereiche in Studiengängen Bachelor/Master		
	Studium Generale		
8	Notenverbesserung nach §25 (2)		
9	Literatur Thommen, J.-P. & Achleitner, A.-K. (2006): Allgemeine Betriebswirtschaftslehre, 5. Aufl., Wiesbaden. Domschke, W. & Scholl, A. (2008): Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre, 3. Aufl., Heidelberg. Weitere Literatur wird in der Veranstaltung bekanntgegeben.		
Enthaltene Kurse			
	Kurs-Nr. 01-10-0000-vl	Kursname Einführung in die Betriebswirtschaftslehre	
	Dozent/in Prof. Dr. rer. pol. Dirk Schiereck	Lehrform Vorlesung	SWS 2

Modulname Introduction to Innovation Management					
Modul Nr. 01-22-2B01	Leistungspunkte 3 CP	Arbeitsaufwand 90 h	Selbststudium 60 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes Semester
Sprache Englisch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr. Alexander Kock		
1	<p>Lerninhalt</p> <p>Die Veranstaltung bietet Studierenden eine Einführung in das Innovationsmanagement von Unternehmen. In Zeiten disruptiver und radikaler Innovationen sind fundierte Kenntnisse im Innovationsmanagement eine elementare Kernkompetenz von Unternehmen, um wettbewerbsfähig zu bleiben. Vor diesem Hintergrund erlernen Studierende in dieser Veranstaltung nach der Vermittlung der begrifflichen Grundlagen Kenntnisse über das Management der verschiedenen Phasen des Innovationsprozesses, von der Initiative bis zur Adoption einer Innovation. Darüber hinaus werden strategische Aspekte sowie die menschliche Komponente des Innovationsmanagements eingeführt. Die Veranstaltung bildet somit für Bachelorstudierende eine ausgezeichnete thematische Orientierung und Einführung für die vertiefenden Veranstaltungen des Masterstudiums.</p> <p>The lecture offers students an introduction to the topic of innovation management in companies. In times of disruptive and radical innovations, well-founded knowledge in innovation management is an elementary core competence of companies in order to stay competitive. After learning the conceptual basics, students learn about managing the different stages of the innovation process, from initiative to the adoption of an innovation. In addition, strategic aspects and the human side of innovation management will be introduced. The lecture thus forms an excellent thematic orientation and introduction for undergraduate students for the advanced courses of the master studies.</p>				
2	<p>Qualifikationsziele / Lernergebnisse</p> <p>Nach der/den Veranstaltung/en sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> • einen Überblick über die Bestandteile des Innovationsprozesses und -managements zu geben. • Probleme, die sich im Management von Innovationen ergeben, zu identifizieren und zu bewerten. • Theorien des Technologie- und Innovationsmanagements zu erklären, beurteilen und anzuwenden. • grundlegende Gestaltungsfaktoren betrieblicher Innovationssysteme zu beurteilen. • Maßnahmen zur Verbesserung von Innovationsprozessen in Unternehmen abzuleiten. • die behandelten Konzepte auf praxisrelevante Fragestellungen anzuwenden. <p>After the course students are able to</p> <ul style="list-style-type: none"> • give an overview of the components of the innovation process and management. • identify and evaluate problems that arise in the management of innovations. • explain, evaluate and apply theories of technology and innovation management. • assess the basic design factors of a firm's innovation system. • derive actions to improve innovation processes in companies. • apply the concepts to practice-relevant questions. 				
3	<p>Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme</p> <p>Voraussetzung: keine / Prerequisites: none Vorkenntnisse: siehe Eingangskompetenzen und Grundkenntnisse aus dem Bereich der Betriebswirtschaftslehre / Previous Knowledge: see initial skills and basics in business administration</p>				
4	<p>Prüfungsform</p> <p>Modulabschlussprüfung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, schriftliche Prüfung, Dauer: 90 Min., Standard BWS) 				
5	<p>Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten</p> <p>Bestehen der Prüfungsleistung / Passing the Examination</p>				
6	<p>Benotung</p>				

	Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100 %) 		
7	Verwendbarkeit des Moduls B.Sc. Wirtschaftsingenieurwesen, B.Sc. Wirtschaftsinformatik		
8	Notenverbesserung nach §25 (2)		
9	Literatur Hauschildt, J., Salomo, S., Schultze, C., Kock, A. (2016): Innovationsmanagement, 6. Aufl. Vahlen Verlag. Tidd/Bessant (2013): Managing Innovation: Integrating Technological, Market and Organizational Change. Weitere Literatur wird in der Veranstaltung bekanntgegeben / Further literature will be announced in the lecture.		
Enthaltene Kurse			
	Kurs-Nr. 01-22-2B01-vl	Kursname Introduction to Innovation Management	
	Dozent/in Prof. Dr. Alexander Kock	Lehrform Vorlesung	SWS 2

Modulname Introduction to Entrepreneurship					
Modul Nr. 01-27-1B01	Leistungspunkte 3 CP	Arbeitsaufwand 90 h	Selbststudium 45 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes Semester
Sprache Englisch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr. rer. pol. Carolin Bock		
1	<p>Lerninhalt</p> <p>Die Vorlesung "Grundlagen des Entrepreneurship" des gleichnamigen Moduls führt in das Thema Entrepreneurship ein, wobei grundlegende Prinzipien und Definitionen erarbeitet werden. Dabei wird eine globale und internationale Perspektive auf Entrepreneurship eingenommen. Inhalte umfassen das Handeln unternehmerischer Individuen, deren Motivation und Ideenfindung, ihre Kognitionen und Entscheidungsprozesse, und den Umgang mit Scheitern. In Bezug auf das Gründungsunternehmen werden Wachstumsstrategien, strategische Allianzen und die Entwicklung von Human- und Sozialkapital erörtert. Außerdem werden auch Sonderformen von Entrepreneurship behandelt. Zudem sollen Studierende im Rahmen von Workshops einen Einblick in praktische Methoden, wie Design Thinking, sowie die Umsetzung und Identifikation von Opportunities erhalten.</p> <p>The course "Grundlagen des Entrepreneurship" (Introduction to Entrepreneurship), being part of the module "Grundlagen Entrepreneurship" introduces concepts of entrepreneurship relying on basic concepts and definitions. Hereby, a global and international perspective is taken. The course includes the topics: actions of entrepreneurs, their motivations and idea generating processes, effectuation and causation, their decision-making, and entrepreneurial failure. Concerning entrepreneurial businesses, business planning, growth models, strategic alliances of young ventures, and human and social capital of entrepreneurs are discussed. Further, special types of entrepreneurship are taught. In addition, workshops will give students an insight into practical methods such as design thinking and the implementation and identification of opportunities.</p>				
2	<p>Qualifikationsziele / Lernergebnisse</p> <p>Nach der/den Veranstaltung/en sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> • grundlegende Konzepte des Entrepreneurship zu definieren, zu beschreiben und zu verstehen (define, describe, and understand basic concepts of entrepreneurship), • Chancen zu erkennen und an Geschäftskonzepten zu arbeiten (realize business opportunities and build sustainable business models), • Chancen und Märkte zu bewerten und zu analysieren sowie verschiedene Markteintrittsstrategien zu unterscheiden (evaluate chances and risks of national and international markets as well as choosing among various market entry strategies), <p>After the course students are able to</p> <ul style="list-style-type: none"> • define and describe basic concepts towards entrepreneurship, • understand the psychologically-related concepts of being an entrepreneur, • understand and describe the evolution from small firms to multinational enterprises, • describe special types of entrepreneurship, • understand basic concepts of entrepreneurial thinking towards idea- and business model creation, • realize business opportunities and build sustainable business models, • evaluate chances and risks of national and international markets as well choosing among various market entry strategies, • incorporate stakeholder feedback into the business model. 				
3	<p>Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme</p> <p>Voraussetzung: keine / Prerequisites: none Vorkenntnisse: siehe Eingangskompetenzen und Grundkenntnisse aus dem Bereich der Betriebswirtschaftslehre / Previous Knowledge: see initial skills and basics in business administration</p>				
4	Prüfungsform				

	Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, schriftliche Prüfung, Dauer: 60 Min., Standard BWS) 		
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Prüfungsleistung / Passing the Examination		
6	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100 %) 		
7	Verwendbarkeit des Moduls B.Sc. Wirtschaftsingenieurwesen, B.Sc. Wirtschaftsinformatik		
8	Notenverbesserung nach §25 (2)		
9	Literatur Grichnik, D., Brettel, M., Koropp, C., Mauer, R. (2010) Entrepreneurship. Stuttgart: Schäffer-Poeschel Verlag Hisrich, R. D., Peters, M. P., & Shepherd, D. A. (2010). Entrepreneurship (8th ed.). New York: McGraw-Hill. Read, S., Sarasvathy, S., Dew, N., Wiltbank, R. & Ohlsson, A.-V. (2010). Effectual Entrepreneurship. New York: Routledge Chapman & Hall. Weitere Literatur wird in der Vorlesung bekannt gegeben und ggf. Verteilt / More literature will be provided within the course and distributed to the students accordingly		
Enthaltene Kurse			
	Kurs-Nr. 01-27-1B01-vl	Kursname Introduction to Entrepreneurship	
	Dozent/in Prof. Dr. rer. pol. Carolin Bock	Lehrform Vorlesung	SWS 3

Modulname Einführung in das Projektmanagement					
Modul Nr. 01-19-0B03	Leistungspunkte 3 CP	Arbeitsaufwand 90 h	Selbststudium 60 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes Semester
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr. rer. pol. Andreas Pfnür		
1	Lerninhalt Begriffliche Grundlagen, Projektorganisation, Projektstrukturplanung, Mengen- und Kostenschätzung, Zeit-, Kosten- und Kapazitätsplanung, Projektkontrolle, Projektrisikomanagement, Finanzplanung von Projekten, Ausgewählte Probleme der Leitung von Projekten, Ausgewählte Anwendungen und Fallstudien aus dem Projektmanagement. Basic concepts, project organisation, planning a work breakdown structure, quantity and cost estimation, time, cost and capacity planning, project control, project risk management, financial planning of projects, selected problems of project leadership, Selected applications and case studies from project management				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Nach der/den Veranstaltung/en sind die Studierenden in der Lage, <ul style="list-style-type: none"> • grundlegenden Aufgaben und Herausforderungen des Projektmanagements zu verstehen, • verschiedene Alternativen der Organisation des Projektmanagements zu kennen und deren spezifische Vor- und Nachteile zu bewerten, • die verschiedenen Einrichtung von Projektgremien sowie deren Einbindung in die Unternehmensorganisation aufzuzeigen, • einen Projektstrukturplan zu verstehen und aufzustellen, • die Verfahren zur Mengen- und Projektkostenschätzung zu verstehen und zu bewerten, • State of the art Modellen und Verfahren zur Zeit-, Kosten- und Ressourcenplanung anzuwenden und zu bewerten, • vertiefende Verfahren des Projektcontrollings auszuführen sowie deren Anwendung in spezifischen Situationen zu erlernen. • die Grundzüge der Finanzplanung eines Projekts zu verstehen. • Ausgewählte Probleme der Führung von Projekten zu verstehen. After the course students are able to <ul style="list-style-type: none"> • understand the basic tasks and challenges of project management, • know different alternatives of the organization of the project management and to evaluate their specific advantages and disadvantages, • demonstrate the various ways in which project committees can be set up and how they can be integrated into a company's organisation, • understand and develop a project structure plan, • understand and evaluate the procedures for estimating quantities and project costs, • apply and evaluate state-of-the-art models and procedures for time, cost and resource planning, • carry out in-depth procedures of project controlling and to learn how to apply them in specific situations. • understand the basics of financial planning of a project. • understand selected problems of project management. 				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme Voraussetzung: keine / Prerequisites: none Vorkenntnisse: siehe Eingangskompetenzen / Previous Knowledge: see initial skills				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, schriftliche Prüfung, Dauer: 90 Min., Standard BWS) 				
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten				

	Bestehen der Prüfungsleistung / Passing the examination		
6	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100 %) 		
7	Verwendbarkeit des Moduls B.Sc. Wirtschaftsingenieurwesen, B.Sc. Wirtschaftsinformatik		
8	Notenverbesserung nach §25 (2)		
9	Literatur Burghardt, M. (2008): Projektmanagement. Leitfaden für die Planung, Überwachung und Steuerung von Projekten (8., überarb. und erw. Aufl.). Erlangen: Publicis Corp. Publ. Kerzner, H. (2006): Project Management - A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling (9. Aufl.). Hoboken, NJ: Wiley. Madaus, B. (2000): Handbuch Projektmanagement (6., überarb. und erw. Aufl.). Stuttgart: Schäffer-Poeschel. Schwarze (2001) Projektmanagement mit Netzplantechnik, Herne, 8. Aufl. Weitere Literatur wird in der Veranstaltung bekanntgegeben / Further literature will be announced in the lecture.		
Enthaltene Kurse			
	Kurs-Nr. 01-19-5100-vu	Kursname Einführung in das Projektmanagement	
	Dozent/in Prof. Dr. rer. pol. Andreas Pfnür	Lehrform Vorlesung und Übung	SWS 2

Modulname Einführung in die Volkswirtschaftslehre (Vorlesung)					
Modul Nr. 01-60-1042/f	Leistungspunkte 3 CP	Arbeitsaufwand 90 h	Selbststudium 60 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes Semester
Sprache Deutsch/Englisch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr. rer. pol. Michael Neugart		
1	Lerninhalt <ul style="list-style-type: none"> • Ökonomische Modelle • Angebot und Nachfrage • Elastizitäten • Konsumenten- und Produzentenrente • Opportunitätskosten • Marginalanalyse • Kostentheorie • Nutzenmaximierung • Quantitative Erfassung des makroökonomischen Geschehens • Langfristiges Wachstum einer Ökonomie • Gesamtwirtschaftliches Angebot und Nachfrage 				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Die Studierenden können Grundprinzipien der volkswirtschaftlichen Analyse auf ausgewählte Themenfelder anwenden.				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme Keine				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Dauer: 90 Min., Standard BWS) 				
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Modulabschlussprüfung				
6	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Gewichtung: 100 %) 				
7	Verwendbarkeit des Moduls keine				
8	Notenverbesserung nach §25 (2)				
9	Literatur Die relevante Literatur wird in der Vorlesung bekannt gegeben.				
Enthaltene Kurse					
	Kurs-Nr. 01-60-0000-vl	Kursname Einführung in die Volkswirtschaftslehre			
	Dozent/in Prof. Dr. rer. pol. Michael Neugart			Lehrform Vorlesung	SWS 2

Modulname Industrial Organisation					
Modul Nr. 01-65-0B01	Leistungspunkte 3 CP	Arbeitsaufwand 90 h	Selbststudium 60 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes Semester
Sprache Englisch			Modulverantwortliche Person Prof. Ph.D. Frank Pisch		
1	<p>Lerninhalt</p> <p>Dieser Kurs bietet eine Einführung in die Industrieökonomik, also der Lehre von Wettbewerb und Firmenverhalten.</p> <p>Wir beginnen mit einer Analyse von Märkten in denen eine kleine Zahl von Firmen Marktmacht ausübt und strategisch interagiert (I. Unvollständiger Wettbewerb), und untersuchen die Gründe für solche Marktmacht, darunter Produktdifferenzierung (II. Produktdifferenzierung). Als nächstes machen wir uns mit den Bestimmungsgründen von Preissetzung vertraut (III. Preissetzungsverhalten). Abschliessend untersuchen wir, wie Regulierungsbehörden über unvollständigen Wettbewerb nachdenken und wie sie typischerweise eingreifen (IV. Wettbewerbspolitik). Ausserdem beschäftigen wir uns mit spezialisierten Themen wie Innovation und Netzwerken (V. Weitere Themen).</p> <p>Dieser Kurs gibt den Studierenden ein gutes Fundament in der Industrieökonomik und ergänzt viele betriebswirtschaftliche Themen um eine ökonomische Perspektive. Des weiteren werden essenzielle Konzepte erlernt, die auf vielen Karrierewegen wie der Beratung von grosser Bedeutung sind.</p> <p>This course provides students with an introduction to Industrial Organisation, i.e. the study of competition and firm behaviour.</p> <p>We start with analysing markets where a small number of firms yield market power and interact strategically (I. Imperfect Competition), and study the sources of such market power, among them product differentiation (II. Product Differentiation). Next, we zoom in and familiarise ourselves with the determinants of how firms price their products (III. Pricing Behaviour). Finally, we study how regulators think about imperfect competition and how they typically address the issue (IV. Competition Policy), as well as several more specialised topics like innovation and networks (V. Further Topics).</p> <p>This course provides solid basics in the field and complements many aspects in business studies with an economic perspective. Moreover, it teaches essential concepts required in many business career-paths like consulting.</p>				
2	<p>Qualifikationsziele / Lernergebnisse</p> <p>Nach diesem Kurs sind die Studierenden in der Lage</p> <ul style="list-style-type: none"> • die kanonischen Modelle in der Industrieökonomik zu verstehen und mit ihnen zu arbeiten • die Fachsprache zu benutzen, die in marktorientierten Analysen aus Firmen- oder Beratungssicht verwendet wird • grundlegende Charakteristiken von Märkten und Unternehmen zu identifizieren und zu analysieren • die Wohlfahrtseffekten von Marktstrukturschocks zu erkennen und Anpassungsvorschläge zu machen • grundsätzliche Vorschläge für optimales Firmenverhalten in verschiedenen Umständen zu mache <p>After the course students are able to</p> <ul style="list-style-type: none"> • remember and understand the most common models of industrial organization. • use standard language found in market-oriented analyses within firms, by consultancies etc. • identify and analyse the basic characteristics of markets and firm behaviour. • evaluate the welfare impact of shocks to market structure and propose remedies. • create basic proposals for optimal firm behaviour in different circumstances. 				
3	<p>Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme</p> <p>Abschluss von "Mikroökonomie" (Makroökonomie ist nicht erforderlich) / Completion of „Mikroökonomie" (macroeconomics is not required)</p> <p>Solides Verständnis grundlegender mikroökonomischer Konzepte und gute Beherrschung der typischerweise verwendeten formalen Methoden / Solid understanding of basic microeconomic concepts and a good command of the formal methods typically used (esp. calculus)</p>				

4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, schriftliche Prüfung, Dauer: 90 Min., Standard BWS)		
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Prüfungsleistung / Passing the examination		
6	Benotung Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100 %)		
7	Verwendbarkeit des Moduls B.Sc. Wirtschaftsingenieurwesen, B.Sc. Wirtschaftsinformatik		
8	Notenverbesserung nach §25 (2)		
9	Literatur Belleflamme, Paul, and Martin Peitz. Industrial Organization?: Markets and Strategies. Second edition. Cambridge: Cambridge University Press, 2015. Print. Weitere Literatur wird in der Veranstaltung bekannt gegeben / Further literature will be announced in the lecture.		
Enthaltene Kurse			
	Kurs-Nr. 01-65-OB01-vl	Kursname Industrial Organisation	
	Dozent/in Prof. Ph.D. Frank Pisch	Lehrform Vorlesung	SWS 2

Modulname Chemistry for Energy Scientists and Engineers					
Modul Nr. 07-03-0305	Leistungspunkte 5 CP	Arbeitsaufwand 150 h	Selbststudium 150 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes 2. Semester
Sprache Englisch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr. rer. nat. Ulrike Kramm		
1	Lerninhalt Wissenschaftliche Grundlagen für chemische Prozesse: Chemische Thermodynamik; ideale und reale Gemische; Phasendiagramme; chemische Kinetik; Katalyse; Elektrochemie. Chemie der Brennstoffe. Kenntnisse über anorganische Stoffe und Materialien, die für die Energieumwandlung und die effiziente Nutzung von Energie relevant sind: Synthese und Charakterisierung von Festkörpern; Oxide; Feuerfeste Materialien; Ionenleitende Materialien; Elektrodenmaterialien; Physikalische Eigenschaften.				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Die Studierenden erwerben Grundkenntnisse in den Grundlagen der Chemie und chemischer Prozesse. Sie entwickeln ein Verständnis für die Prinzipien und Methoden der Chemie. Sie verstehen den Unterschied zwischen Stoffklassen wie organischen Brennstoffen und anorganischen Materialien zur Energieumwandlung. Sie kennen die allgemeinen Methoden der chemischen Synthese und Charakterisierung. Sie sind in der Lage, an weiterführenden Kursen in Chemie teilzunehmen.				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Standard BWS) Fachprüfung: Klausur 90 Min. / Mündliche Prüfung 30 Min.				
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Modulabschlussleistung: Fachprüfung				
6	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100 %) 				
7	Verwendbarkeit des Moduls M.Sc. Energy Science and Engineering				
8	Notenverbesserung nach §25 (2)				
9	Literatur Wird in der Vorlesung bekanntgegeben.				
Enthaltene Kurse					
	Kurs-Nr. 07-03-0301-vl	Kursname Chemistry for Energy Scientists and Engineers			
	Dozent/in Prof. Dr. rer. nat. Ulrike Kramm			Lehrform Vorlesung	SWS 0
	Kurs-Nr. 07-03-0301-ue	Kursname Übung Chemistry for Energy Scientists and Engineers			
	Dozent/in Prof. Dr. rer. nat. Ulrike Kramm			Lehrform Übung	SWS 0

Modulname Materials Science for Renewable Energy Systems					
Modul Nr. 11-01-4404	Leistungspunkte 5 CP	Arbeitsaufwand 150 h	Selbststudium 105 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes 2. Semester
Sprache Englisch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr.-Ing. Oliver Gutfleisch		
1	Lerninhalt <ul style="list-style-type: none"> • Introduction • Materials Criticality • Classifications of materials according to their physical properties • Structural Properties • Defects - Gutfleisch • Electronic properties I • Electronic properties II • Semiconductors • Solar Cells • Batteries and Fuel Cells • Dielectrics • Thermoelectrics • Magnetic Materials for Energy Applications I: Hard and soft Magnets for wind energy and E-mobility • Magnetic Materials for Energy Applications II: Solid state cooling 				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse General context is the recognition that the great transformation to renewable energy technologies is also a material transformation; in other words, the criticality of technology metals (introduced in the course) will affect the speed of the transformation. The basic concepts of materials science will be introduced with a main emphasis of physical properties as dependent of material's composition and microstructure, as well as defects, and on the combinations of materials. Selection criteria based on some initial understanding of some fundamental physics concepts such as various types of conductivity and electric properties for the application of materials will be developed for typical energy applications. The students should develop the competences to correlate basic materials properties and engineering strategies for various energy conversion devices (disciplinary expertise). They should be able to judge results from literature and news from media, and understand limitations and perspectives of given research approaches and technology developments (interdisciplinary expertise).				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme None				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Dauer: 90 Min., Standard BWS) Module Examination (Technical Examination, Written Exam, Duration 90 min, Standard)				
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten passing of exam				
6	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Gewichtung: 100 %) 				
7	Verwendbarkeit des Moduls Master of Science Energy Science and Engineering				
8	Notenverbesserung nach §25 (2)				
9	Literatur				

M.F. Ashby and D.R.H. Jones, Engineering materials, Volumes I and II, Butterworth-Heinemann, Oxford UK (2006)
 William D Callister Jr, David G. Rethwisch, Fundamentals of Materials Science and Engineering -An Integrated Approach, Third Edition, John Wiley & Sons, 2008
 G. Gottstein, Physikalische Grundlagen der Materialkunde, Springer, also available in English: G. Gottstein, Physical Foundations of Material Science, Springer
 Charles Kittel, Introduction to solid state physics, 8th edition, Wiley&Sons
 R. O'Handley, Modern Magnetic Materials, John Wiley & Sons, 2000,
 J.M.D. Coey: Magnetism and Magnetic Materials, Cambridge University Press, 2010
 Sefa O. Kasap, Principles of Electronic Materials and Devices, McGraw-Hill, 3rd edit., 2005
 H. Julian Goldsmid, Introduction to Thermoelectricity, Springer Series in Materials Science, Vol. 121, 2009

Enthaltene Kurse

Kurs-Nr. 11-01-4404-vl	Kursname Materials Science for Renewable Energy Systems		
Dozent/in Prof. Dr.-Ing. Oliver Gutfleisch		Lehrform Vorlesung	SWS 2
Kurs-Nr. 11-01-4404-ue	Kursname Exercises Materials Science for Renewable Energy Systems		
Dozent/in Prof. Dr.-Ing. Oliver Gutfleisch		Lehrform Übung	SWS 1

Modulname Energy Technologies in Civil Engineering and Architecture					
Modul Nr. 13-C0-M025	Leistungspunkte 5 CP	Arbeitsaufwand 150 h	Selbststudium 120 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes 2. Semester
Sprache Englisch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr.-Ing. Ulrich Knaack		
1	Lerninhalt - Grundlagen des nachhaltigen Bauens / Gebäude und Stadtplanung - Bauphysik - Passive und aktive Systeme für Energieeffizienz und Gebäudetechnik - Konzepte für energieeffiziente Bereich - Politische und gesellschaftliche Rahmenbedingungen - Fallbeispiele				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Die Studierenden entwickeln ein grundlegendes Verständnis von Energieeffizienz und Energietechnologie im Bauwesen, sowohl im Gebäude- als auch im städtischen Kontext, unter Berücksichtigung technischer, wirtschaftlicher, sozialer und ökologischer Aspekte. Sie sind mit den Konzepten des nachhaltigen Bauens, der Bauphysik, der aktiven und passiven Gebäudesysteme und des energieeffizienten Bauens sowohl in Gebäuden als auch in Siedlungen, Quartieren und Stadtteilen vertraut. Die Studierenden sind in der Lage, unterschiedliche Lösungen abzuwägen, objektiv und verständlich zu erklären, Entscheidungen zu treffen und zu begründen. Die Studierenden sind in der Lage, die Ergebnisse ihrer Arbeit in geeigneter Form zu präsentieren.				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Studienleistung, Hausübungen, Arbeitsblätter) • Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Dauer: 90 Min., Standard BWS) Studienleistung: Erstellen einer Projektbeschreibung und Diskussion				
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Modulabschlussprüfung(en)				
6	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Studienleistung, Hausübungen, Arbeitsblätter, Gewichtung: 0) • Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Gewichtung: 1) 				
7	Verwendbarkeit des Moduls M.Sc. Energy Science and Engineering				
8	Notenverbesserung nach §25 (2)				
9	Literatur Literatur wird in der Vorlesung bekannt gegeben.				
Enthaltene Kurse					
	Kurs-Nr. 13-C0-0038-vl	Kursname Energy Technologies in Civil Engineering and Architecture			
	Dozent/in Prof. Dr.-Ing. Ulrich Knaack			Lehrform Vorlesung	SWS 2

Modulname Energy Technologies in Mechanical Engineering					
Modul Nr. 16-13-6420	Leistungspunkte 5 CP	Arbeitsaufwand 150 h	Selbststudium 90 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes 2. Semester
Sprache Englisch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr.-Ing. Christian Hasse		
1	Lerninhalt Technische Thermodynamik, Zustandsgrößen und Zustandsgleichungen für Gase, Energieformen, 1. und 2. Hauptsatz der Thermodynamik, Exergie und Anergie, Thermodynamische Kreisprozesse, Auslegung von Kraftwerksprozessen				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Nachdem die Studierenden die Lerneinheit erfolgreich abgeschlossen haben, sollten sie in der Lage sein: 1. Die Beziehungen zwischen thermischen und kalorischen Zustandsgrößen und Systemzuständen zu erläutern und anzuwenden. 2. Die verschiedenen Energieformen (z.B. Arbeit, Wärme, innere Energie, Enthalpie) zu unterscheiden und zu definieren. 3. Technische Systeme und Prozesse mittels Energiebilanzen und Zustandsgleichungen zu analysieren. 4. Energieumwandlungsprozesse anhand von Entropiebilanzen und Exergiebetrachtungen zu beurteilen. 5. Das thermische Verhalten von Gasen, Flüssigkeiten und Festkörpern sowie entsprechende Phasenwechsellvorgänge zu charakterisieren. 6. Dieses Wissen zur Untersuchung und Beschreibung von Maschinen (Turbinen, Pumpen etc.) und Energieumwandlungsprozessen (Verbrennungsmotoren, Dampfkraftwerken, Kältemaschinen, Wärmepumpen) einzusetzen.				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme Grundkenntnisse in Mathematik und Physik				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Standard BWS) Mündliche (20 min) oder schriftliche Prüfung (90 min)				
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Prüfungsleistung				
6	Benotung Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100 %)				
7	Verwendbarkeit des Moduls M.Sc. Energy Science and Engineering				
8	Notenverbesserung nach §25 (2)				
9	Literatur Vorlesungsfolien über TUCaN. Buch: P. Stephan, K. Schaber, K. Stephan, F. Mayinger: Thermodynamik Bd. 1 Einstoffsysteme, Springer 2005				
Enthaltene Kurse					
	Kurs-Nr. 16-13-6420-vl	Kursname Energy Technologies in Mechanical Engineering			
	Dozent/in Prof. Dr.-Ing. Christian Hasse			Lehrform Vorlesung	SWS 2

Kurs-Nr. 16-13-6420-ue	Kursname Energy Technologies in Mechanical Engineering		
Dozent/in Prof. Dr.-Ing. Christian Hasse		Lehrform Übung	SWS 2

Modulname Fundamentals of Electrical Engineering and Power Systems					
Modul Nr. 18-st-3020	Leistungspunkte 5 CP	Arbeitsaufwand 150 h	Selbststudium 90 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Wintersemester
Sprache Englisch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr. rer. nat. Florian Steinke		
1	Lerninhalt <ul style="list-style-type: none"> • Berechnung von Gleichstromkreisen: Ohmsches Gesetz, Kirchhoffsche Sätze • Berechnung von Wechselstromkreisen: dynamisches Verhalten von Spulen und Kondensatoren, Berechnung mittels Phasoren und komplexwertigen Impedanzen, Wirk- und Blindleistung • Elektromagnetische Felder: Quell- und Wirbelfelder, Coulombsches Gesetz, elektrische Verschiebungsdichte, Influenz, Magnetfelder, Induktion, Maxwell-Gleichungen in Integralform • Grundelemente der elektrischen Energietechnik: Mehrphasensysteme, Transformatoren, Maschinen, Leistungselektronik und Wechselrichter • Einblick in aktuelle Forschungsthemen der elektrischen Energietechnik 				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Studierende werden nach der Vorlesung in der Lage sein: Elektrotechnische Größen und Bauteile zu nennen, lineare Gleichstrom- und Wechselstromkreise zu berechnen, sowie (quasi-)statische elektrische und magnetische Felder in einfachen Fällen abzuleiten. Sie kennen ausserdem die Funktionsprinzipien wichtiger energietechnischer Grundelemente.				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme Mathematische Grundkenntnisse wie Rechnen mit komplexen Zahlen, Matrizen / Vektoren / lineare Gleichungssysteme, gewöhnliche Differentialgleichungen				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Dauer: 120 Min., Standard BWS) Die Prüfung erfolgt durch eine Klausur (Dauer: 120 Min.). Falls absehbar ist, dass sich weniger als 7 Studierende anmelden, erfolgt die Prüfung mündlich (Dauer: 25 Min.). Die Art der Prüfung wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.				
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Modulabschlussprüfung				
6	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100 %) 				
7	Verwendbarkeit des Moduls MSc ESE				
8	Notenverbesserung nach §25 (2)				
9	Literatur Ein Vorlesungsskript und Folien werden via Moodle zur Verfügung gestellt.				
Enthaltene Kurse					
	Kurs-Nr. 18-st-3020-vl	Kursname Fundamentals of Electrical Engineering and Power Systems			
	Dozent/in Prof. Dr. rer. nat. Florian Steinke			Lehrform Vorlesung	SWS 3

Kurs-Nr. 18-st-3020-ue	Kursname Fundamentals of Electrical Engineering and Power Systems		
Dozent/in Prof. Dr. rer. nat. Florian Steinke	Lehrform Übung	SWS 1	

1.2 Interdisziplinäres Energieprojekt IEP

Modulname Interdisziplinäres Energieprojekt IEP					
Modul Nr. 18-en-2010	Leistungspunkte 6 CP	Arbeitsaufwand 180 h	Selbststudium 135 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Sommersemester
Sprache Deutsch/Englisch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr.-Ing. Gerd Griepentrog		
1	Lerninhalt <ul style="list-style-type: none"> • Ausschnittsweise Bearbeitung eines möglichst praxisnahen und interdisziplinären Planungs- oder Forschungsprojektes mit Energiebezug durch studentische Projektteams. • Das nötige Fachwissen sowie konkrete Randbedingungen werden u. a. durch die betreuenden Fachgebiete mittels regelmäßiger Sprechstunden eingebracht. 				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Die Studierenden besitzen die Fähigkeit, fachspezifische Probleme nach wissenschaftlichen Grundsätzen selbstständig zu bearbeiten. Sie haben im Team thematisch fächerübergreifend ein Grundverständnis für die Arbeits- bzw. Denkweisen, Methoden und Erkenntnismöglichkeiten unterschiedlicher energietechnischer Disziplinen und das Projektmanagement entwickelt. Sie sind der Lage, die Ergebnisse in adäquater Form schriftlich und mündlich zu präsentieren und wissenschaftlich zu diskutieren.				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme B.Sc. in einer Natur-oder Ingenieurwissenschaft				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Standard BWS) Bericht und/oder Präsentation. Die Art der Prüfung wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.				
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Modulabschlussprüfung				
6	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100 %) 				
7	Verwendbarkeit des Moduls M.Sc. Energy Science and Engineering				
8	Notenverbesserung nach §25 (2)				
9	Literatur				
Enthaltene Kurse					
	Kurs-Nr. 18-en-2010-pj	Kursname Interdisziplinäres Energieprojekt IEP			
	Dozent/in Prof. Dr.-Ing. Gerd Griepentrog			Lehrform Projektseminar	SWS 3

1.3 Abschlussarbeit

Modulname Masterthesis ESE					
Modul Nr. 18-dy-5003	Leistungspunkte 30 CP	Arbeitsaufwand 900 h	Selbststudium 900 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes Semester
Sprache Deutsch/Englisch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr.-Ing. Gerd Griepentrog		
1	Lerninhalt Die Studierenden verfassen selbstständig eine schriftliche Ausarbeitung zu einer wissenschaftlichen Fragestellung unter Einbeziehung relevanter wissenschaftlicher Artikel und Fachliteratur. Die Bachelor-Thesis wird in begrenzter Zeit erstellt und berücksichtigt die Grundsätze für wissenschaftliches Arbeiten. Weitere Rahmenbedingungen werden vom anbietenden Fachgebiet bei der Vergabe der Aufgabenstellung angegeben.				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Nach Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage, <ul style="list-style-type: none"> • eine wissenschaftliche Fragestellung nach wissenschaftlichen Grundsätzen selbständig zu bearbeiten. • die im Master-Studium erworbenen Kenntnisse, Methoden und Kompetenzen anzuwenden. • die relevante Literatur zu recherchieren, einzugrenzen und auszuwerten. • das Thema sinnvoll zu systematisieren und einen Argumentationsstrang aufzubauen. • die Validität von Pro- und Kontraargumenten nachvollziehbar abzuwägen. • die Ergebnisse schriftlich nach wissenschaftlichen Kriterien niederzulegen. • die Ergebnisse argumentativ zu vertreten. 				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, schriftliche Prüfung, Standard BWS) Abschlussprüfung bestehend aus der Anfertigung einer Abschlussarbeit (Thesis)				
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Modulabschlussprüfung				
6	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100 %) 				
7	Verwendbarkeit des Moduls				
8	Notenverbesserung nach §25 (2)				
9	Literatur Themenabhängige Forschungsliteratur als Einstiegslektüre in deutscher und englischer Sprache, die selbständig sinnvoll ergänzt werden kann.				
Enthaltene Kurse					

2 Wahlpflichtbereich

2.1 Themenbereich Energie - Bau - Infrastruktur

2.1.1 Mini-Forschungsprojekt

Modulname Mini-Forschungsprojekt "Energie - Bau - Infrastruktur"					
Modul Nr. 18-en-2020	Leistungspunkte 5 CP	Arbeitsaufwand 150 h	Selbststudium 120 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes Semester
Sprache Deutsch/Englisch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr.-Ing. Gerd Griepentrog		
1	Lerninhalt Das Mini-Forschungsprojekt wird in einem Fachgebiet oder Institut eines am Studienbereich Energy Science and Engineering beteiligten Fachbereichs durchgeführt. Der Inhalt der zu bearbeitenden Fragestellung ist in Absprache mit dem jeweiligen Lehrenden festzulegen und orientiert sich an aktuellen, energierelevanten wissenschaftlichen Fragestellungen mit Bezug zum Themenbereich „Energie - Bau - Infrastruktur“. Idealerweise erfordert die Aufgabenstellung eine interdisziplinäre Herangehensweise. Der/die Studierende wird zu einer weitestgehend eigenständigen Bearbeitung der Themenstellung angeleitet.				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Die Studierenden <ul style="list-style-type: none">• sind kompetent in der selbständigen Einarbeitung in das Thema der Aufgabenstellung im Themenbereich „Energie - Bau - Infrastruktur“ sowie in der Dokumentation und Präsentation ihrer Arbeit• sind befähigt, die im Studium erworbenen Kenntnisse und Fähigkeiten mit Fragestellungen der aktuellen Forschung zu verbinden• können forschungsnahe Experimente oder Projektarbeiten eigenständig strukturieren, planen und durchführen• wählen zur Bearbeitung einer Aufgabenstellung adäquate Hilfsmittel und Methoden aus und setzen diese ein bzw. wenden diese an• können die erhaltenen Ergebnisse unter Berücksichtigung des aktuellen Forschungsstands einschätzen und angemessen interpretieren• sind in der Lage, die konkreten Fragestellungen, Lösungsvorschläge, unternommene Arbeitsschritte und die erhaltenen Ergebnisse in einer Präsentation sowie einem schriftlichen Bericht in wissenschaftlichem Stil vorzustellen und in der entsprechenden Fachsprache zu diskutieren• sollen nach dem absolvieren des Moduls in der Lage sein, auch umfangreichere Forschungs- und Entwicklungsprojekte selbständig durchzuführen				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme B.Sc. in einer Natur-oder Ingenieurwissenschaft				
4	Prüfungsform				

	Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Studienleistung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Standard BWS) Bericht und/oder Präsentation. Die Art der Prüfung wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.		
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Modulabschlussprüfung		
6	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Studienleistung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100 %) 		
7	Verwendbarkeit des Moduls M.Sc. Energy Science and Engineering		
8	Notenverbesserung nach §25 (2)		
9	Literatur Wird bei der Aufgabenstellung bekanntgegeben bzw. ist durch eigene Recherche zu ermitteln		
Enthaltene Kurse			
	Kurs-Nr.	Kursname	
	18-en-2020-pj	Mini-Forschungsprojekt "Energie - Bau - Infrastruktur"	
	Dozent/in	Lehrform	SWS
	Prof. Dr.-Ing. Gerd Griepentrog	Projektseminar	2

2.1.2 Energieeffizientes Bauen

Modulname Bauen im Bestand und Energetische Sanierung					
Modul Nr. 13-D3-M015	Leistungspunkte 6 CP	Arbeitsaufwand 180 h	Selbststudium 150 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr. Eduardus Koenders		
1	Lerninhalt Die Erhaltung bestehender Gebäude gewinnt aus Gründen des Umweltschutzes und der Ressourcenschonung zunehmend an Bedeutung. In den Vorlesungen werden typische Materialien und Konstruktionen historischer Bausubstanz erläutert. Dies beinhaltet auch mögliche Instandhaltungsmaßnahmen für diese Materialien sowie Konstruktionsertüchtigungen. Weiter wird auf die Energetische Sanierung nach bauphysikalischen Grundsätzen eingegangen. Dabei werden auch Gebäudeschadstoffe, die bei solchen Maßnahmen zum Vorschein kommen können präsentiert. Abschließend erfolgt eine kurze Einführung in die rechtlichen Grundlagen im Zusammenhang mit Schadensfällen. Die Studierenden suchen und analysieren in Kleingruppen selbstständig Schäden an Gebäuden in Darmstadt. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen werden im Rahmen der Studienleistung von ihnen dokumentiert und präsentiert.				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Nachdem die Studierenden das Modul erfolgreich absolviert haben, können sie: <ul style="list-style-type: none"> - die Eigenschaften typischer Materialien und Konstruktionen in bestehenden Gebäuden verstehen - geeignete Instandhaltungsmaßnahmen vorzuschlagen - bauphysikalische Methoden zur Energetischen Sanierung anwenden - häufig auftretende Gebäudeschadstoffe erkennen - grundlegende Kenntnisse der rechtlichen Grundlagen im Zusammenhang mit Schadensfällen besitzen 				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme Empfohlen: Advanced Building Physics (13-D3-M001)				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Studienleistung, Mündliche/schriftliche Prüfung) • Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Dauer: 90 Min., Standard BWS) Studienleistung: Bericht und Präsentation				
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Modulabschlussprüfung(en)				
6	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Studienleistung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Gewichtung: 0) • Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Gewichtung: 1) 				
7	Verwendbarkeit des Moduls				
8	Notenverbesserung nach §25 (2)				
9	Literatur Literatur wird zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.				
Enthaltene Kurse					

Kurs-Nr. 13-D3-0010-vl	Kursname Bauen im Bestand und Energetische Sanierung		
Dozent/in Prof. Dr. Eduardus Koenders	Lehrform Vorlesung	SWS 2	

Modulname Bauen im Bestand - Verfahrenstechnik und Ökonomie					
Modul Nr. 13-A0-M006	Leistungspunkte 6 CP	Arbeitsaufwand 180 h	Selbststudium 120 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr. Christoph Motzko		
1	Lerninhalt <ul style="list-style-type: none"> - Projekt und Objekt im Lebenszyklus von Gebäuden - Lebenszyklusorientiertes Baumanagement - Bauökonomie - Kostenplanung und Nutzungskostenplanung - Grundlagen des Bauens im Bestand - Gebäudeinstandhaltung - Komplexe Verträge am Beispiel des Kraftwerkbaus - Abbrucharbeiten 				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Die Studierenden ... <ul style="list-style-type: none"> - können die Projekt- und Objektphasen im Lebenszyklus von Gebäuden klassifizieren und kennen die Vorteile einer lebenszyklusorientierten Abwicklung von Bauprojekten - wissen Kosten und Nutzungskosten im Lebenszyklus von Gebäuden zu strukturieren und können Kostenplanungsprozesse definieren - erkennen die besonderen Anforderungen an das Bauen im Bestand - können die Anforderungen an eine systematische Gebäudeinstandhaltung beschreiben - können die verschiedenen Vertragsarten für Planung, Bau und Betrieb am Beispiel von Kraftwerken einordnen und abgrenzen - können die besonderen Anforderungen an die Vorbereitung und Durchführung von Abbrucharbeiten gegenüber sonstigen Bauleistungen darlegen und die Abbruchprozesse auf dieser Grundlage gestalten 				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme Empfohlen: Kenntnisse des Moduls 'Baubetrieb II' (13-A0-M008)				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Studienleistung, Hausübungen, Arbeitsblätter) • Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Dauer: 60 Min., Standard BWS) Studienleistung: 1 Hausübung zum Ende der Lehrveranstaltungszeit				
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Modulabschlussprüfung(en)				
6	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Studienleistung, Hausübungen, Arbeitsblätter, Gewichtung: 0) • Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Gewichtung: 1) 				
7	Verwendbarkeit des Moduls				
8	Notenverbesserung nach §25 (2)				
9	Literatur				

Bielefeld/Wirths: Entwicklung und Durchführung von Bauprojekten im Bestand, Vieweg Teubner Verlag
 Büttner: Abbruch von Stahlbeton und Mauerwerksbauten, Dissertation, Institut für Baubetrieb, TU Darmstadt
 Deutscher Abbruchverband: Abbrucharbeiten, Rudolf Müller Verlag
 Deutscher Beton- und Bautechnik-Verein: Merkblatt Bauen im Bestand - Leitfaden
 Deutscher Beton- und Bautechnik-Verein: Merkblatt Bauwerksbuch
 Deutscher Beton- und Bautechnik-Verein: Merkblatt Qualität der Planung
 Ebner: Bauen im Bestand bei Bürogebäuden, Dissertation, Institut für Baubetrieb, TU Darmstadt
 Friedrichsen: Nachhaltiges Planen, Bauen und Wohnen, Springer Vieweg Verlag
 Jäger et al.: Abbruch- und Rückbauarbeiten in der Praxis, Forum Verlag
 Klingenberg: Ein Beitrag zur systematischen Instandhaltung von Gebäuden, Dissertation, Institut für Baubetrieb, TU Darmstadt
 Löhr: Planung bei Abbrucharbeiten, Dissertation, Institut für Baubetrieb, TU Darmstadt
 Silbe: Wirtschaftlichkeit kontrollierter Rückbauarbeiten, Dissertation, Institut für Baubetrieb, TU Darmstadt
 Toppel: Technische und ökonomische Bewertungen verschiedener Abbruchverfahren im Industriebau, Dissertation TU Darmstadt
 Wöltjen: Ein Beitrag zur ökologischen Bewertung von Abbruchverfahren im Hochbau, Dissertation, Institut für Baubetrieb, TU Darmstadt
 Zilch/Diederichs/Beckmann/Gertz/Malkwitz/Moormann/Urban/Valentin: Handbuch für Bauingenieure, Springer Vieweg Verlag

Enthaltene Kurse

Kurs-Nr.	Kursname		
13-A0-0014-vl	Bauen im Bestand - Verfahrenstechnik und Ökonomie		
Dozent/in	Lehrform	SWS	
Prof. Dr. Christoph Motzko	Vorlesung	4	

Modulname Baustoffkunde					
Modul Nr. 15-01-0427	Leistungspunkte 5 CP	Arbeitsaufwand 150 h	Selbststudium 90 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person		
1	Lerninhalt				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Dauer: 120 Min., Standard BWS) 				
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Modulabschlussprüfung				
6	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Gewichtung: 100 %) 				
7	Verwendbarkeit des Moduls				
8	Notenverbesserung nach §25 (2)				
9	Literatur				
Enthaltene Kurse					
	Kurs-Nr. 15-01-0427-vl	Kursname Baustoffkunde - Vorlesung			
	Dozent/in			Lehrform Vorlesung	SWS 2
	Kurs-Nr. 15-01-0427-ue	Kursname Baustoffkunde - Übung			
	Dozent/in			Lehrform Übung	SWS 2

Modulname Bauphysik					
Modul Nr. 15-11-0427	Leistungspunkte 5 CP	Arbeitsaufwand 150 h	Selbststudium 90 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person		
1	Lerninhalt				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme				
4	Prüfungsform Bausteinbegleitende Prüfung: <ul style="list-style-type: none"> • [15-11-0427-ue] (Studienleistung, Abgabe) • [15-11-0427-vl] (Fachprüfung, Klausur, Dauer: 120 Min., Standard BWS) 				
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Modulabschlussprüfung				
6	Benotung Bausteinbegleitende Prüfung: <ul style="list-style-type: none"> • [15-11-0427-ue] (Studienleistung, Abgabe, Gewichtung: 0 %) • [15-11-0427-vl] (Fachprüfung, Klausur, Gewichtung: 100 %) 				
7	Verwendbarkeit des Moduls				
8	Notenverbesserung nach §25 (2)				
9	Literatur				
Enthaltene Kurse					
	Kurs-Nr. 15-11-0427-vl	Kursname Bauphysik - Vorlesung			
	Dozent/in			Lehrform Vorlesung	SWS 2
	Kurs-Nr. 15-11-0427-ue	Kursname Bauphysik - Übung			
	Dozent/in			Lehrform Übung	SWS 2

Modulname Computational Methods for Building Physics and Construction Materials					
Modul Nr. 13-D3-M020	Leistungspunkte 6 CP	Arbeitsaufwand 180 h	Selbststudium 120 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes 2. Semester
Sprache Englisch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr. Eduardus Koenders		
1	Lerninhalt The lectures will address the different computational methods, solution strategies, discretization and implementation possibilities for physical processes that occur in building physics and construction materials. Emphasis will be on the meso scale level and on processes that are active in porous construction materials such as in concrete walls and insulation materials. The following topics will be addressed: -Introduction to schematisation -Explicit and implicit discretization -Finite difference method and finite element method -Numerical solution strategies, method of lines and boundary conditions -Multi-layer walls and coupled thermo-moisture problems -Particle model and hydration kinetics for cement The content of the lectures are supported by demonstrations and practical exercises. Students will apply and implement what they learned.				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse After the students have successfully completed the module, they can: - assess physical problems in building physics and/or construction materials - develop computational solution approaches for these problems - solve simple physical problems themselves using supporting platforms like Excel or Matlab				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme Basic knowledge in english, building physics and construction materials.				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Studienleistung, Hausarbeit) • Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Dauer: 90 Min., Standard BWS) 				
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Passing the module examination(s)				
6	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Studienleistung, Hausarbeit, Gewichtung: 0) • Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Gewichtung: 1) 				
7	Verwendbarkeit des Moduls				
8	Notenverbesserung nach §25 (2)				
9	Literatur Literature will be announced at the beginning of the course.				
Enthaltene Kurse					

Kurs-Nr. 13-D3-0022-vl	Kursname Computational Methods for Building Physics and Construction Materials		
Dozent/in Prof. Dr. Eduardus Koenders	Lehrform Vorlesung	SWS 2	
Kurs-Nr. 13-D3-0023-ue	Kursname Computational Methods for Building Physics and Construction Materials (Ü)		
Dozent/in Prof. Dr. Eduardus Koenders	Lehrform Übung	SWS 2	

Modulname Fachmodul F: Gebäudetechnik					
Modul Nr. 15-02-7525	Leistungspunkte 5 CP	Arbeitsaufwand 150 h	Selbststudium 90 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person		
1	Lerninhalt				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Studienleistung, Abgabe, Standard BWS) 				
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Modulabschlussprüfung				
6	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Studienleistung, Abgabe, Gewichtung: 100 %) 				
7	Verwendbarkeit des Moduls				
8	Notenverbesserung nach §25 (2)				
9	Literatur				
Enthaltene Kurse					
	Kurs-Nr. 15-02-7525-vu	Kursname Vorlesung und Übung Gebäudetechnik			
	Dozent/in			Lehrform Vorlesung und Übung	SWS 4

Modulname Facade Technology I					
Modul Nr. 13-M4-M002	Leistungspunkte 6 CP	Arbeitsaufwand 180 h	Selbststudium 120 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes Semester
Sprache Englisch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr.-Ing. Ulrich Knaack		
1	Lerninhalt Complex construction principles and system of facades Methodology for integration of facades and related technologies into the building design. Integration of functions relevant to facades Experimental design, detail and production development				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Detailed understanding of facade constructions and their connection to the building context of the dependencies of construction principles, system solutions, physical and functional requirements against the background of current and new material, production and construction technologies.				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Studienleistung, Hausarbeit) • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche Prüfung, Dauer: 15 Min., Standard BWS) 				
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Passing the module examination(s)				
6	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Studienleistung, Hausarbeit, Gewichtung: 0) • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche Prüfung, Gewichtung: 1) 				
7	Verwendbarkeit des Moduls				
8	Notenverbesserung nach §25 (2)				
9	Literatur Andrea Compagno: Intelligente Glasfassaden, Birkhäuser Verlag, Berlin 2002 Gerhard Hausladen, et al.: Clima Design, Callwey Verlag, München 2004 Gerhard Hausladen, et al.: Clima Skin, Callwey Verlag, München 2006 Thomas Herzog, et al, Fassadenatlas, Birkhäuser Verlag, Basel/Boston/Berlin 2005 Ulrich Knaack, Prinzipien der Konstruktion - Fassaden, Birkhäuser Verlag 2007 Eberhard Oesterle, et al, Doppelfassaden, Prestel; 2001 Uta Pottgiesser,: Fassadenschichtungen Glas, Bauwerk Verlag, Berlin, 2004 https://facadeworld.com/				
Enthaltene Kurse					
	Kurs-Nr. 13-M4-0002-vu	Kursname Facade Technology I			
	Dozent/in Prof. Dr.-Ing. Ulrich Knaack			Lehrform Vorlesung und Übung	SWS 4

Modulname Facade Technology II					
Modul Nr. 13-M4-M003	Leistungspunkte 6 CP	Arbeitsaufwand 180 h	Selbststudium 120 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes 2. Semester
Sprache Englisch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr.-Ing. Ulrich Knaack		
1	Lerninhalt Material related facade technology and construction principles: steel, aluminum, wood, composite, GRP, glass, polymer etc. Materialspecific applications (structural design, building physics, services, construction, function) Materialrelated system solutions Applications in building examples (new building, refurbishment) Potential for future development				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Knowledge about materials used in facade constructions Understanding of the materialrelated constructive dependencies Knowledge about the usual materialspecific system solutions Understanding of potential sources of error and damage images.				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche Prüfung, Dauer: 15 Min., Standard BWS) • Modulprüfung (Studienleistung, Hausarbeit) 				
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Passing the module examination(s)				
6	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche Prüfung, Gewichtung: 1) • Modulprüfung (Studienleistung, Hausarbeit, Gewichtung: 0) 				
7	Verwendbarkeit des Moduls				
8	Notenverbesserung nach §25 (2)				
9	Literatur Script and reader, if necessary further literature will be announced during the course. Andrea Compagno: Intelligente Glasfassaden, Birkhäuser Verlag, Berlin 2002 Gerhard Hausladen, et al.: Clima Design, Callwey Verlag, München 2004 Gerhard Hausladen, et al.: Clima Skin, Callwey Verlag, München 2006 Thomas Herzog, et al, Fassadenatlas, Birkhäuser Verlag, Basel/Boston/Berlin 2005 Ulrich Knaack, et al, Facades - Principles of Construction, Birkhäuser Verlag 2007 Eberhard Oesterle, et al, Doppelfassaden, Prestel; 2001 Uta Pottgiesser,; Fassadenschichtungen Glas, Bauwerk Verlag, Berlin, 2004				
Enthaltene Kurse					

Kurs-Nr. 13-M4-0003-vl	Kursname Facade Technology II		
Dozent/in Prof. Dr.-Ing. Ulrich Knaack		Lehrform Vorlesung	SWS 2
Kurs-Nr. 13-M4-0004-ue	Kursname Facade Technology II - Exercise		
Dozent/in Prof. Dr.-Ing. Ulrich Knaack		Lehrform Übung	SWS 2

Modulname Grundlagen der Gebäudetechnologie					
Modul Nr. 15-01-0447	Leistungspunkte 5 CP	Arbeitsaufwand 150 h	Selbststudium 90 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person		
1	Lerninhalt				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Studienleistung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Dauer: 120 Min., Standard BWS) 				
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Modulabschlussprüfung				
6	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Studienleistung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100 %) 				
7	Verwendbarkeit des Moduls				
8	Notenverbesserung nach §25 (2)				
9	Literatur				
Enthaltene Kurse					
	Kurs-Nr. 15-01-0447-vl	Kursname Grundlagen der Gebäudetechnologie - Vorlesung			
	Dozent/in			Lehrform Vorlesung	SWS 2
	Kurs-Nr. 15-01-0447-ue	Kursname Grundlagen der Gebäudetechnologie - Übung			
	Dozent/in			Lehrform Übung	SWS 2

Modulname Glass and Facade Project					
Modul Nr. 13-M0-M001	Leistungspunkte 6 CP	Arbeitsaufwand 180 h	Selbststudium 120 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes 2. Semester
Sprache Englisch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr.-Ing. Ulrich Knaack		
1	Lerninhalt Project examples from practice (new building, refurbishment) Planning process: development, engineering, construction, preparation for tender, construction supervision, quality assurance (production, assembly) Construction design guidelines and regulations (overview, DIN / EN, HOAI / AOH (e.g. VFT), etc.) Sources of failure in construction design, manufacturing and assembly using example projects Damage analysis (recording, analysis, documentation)				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Understanding of the construction design and process, knowledge of detailing contents, methods, guidelines and regulations of the facade planning. Analysis capability of defect sources and damage images				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Studienleistung, Hausarbeit) • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche Prüfung, Dauer: 15 Min., Standard BWS) 				
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Passing the module examination(s)				
6	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Studienleistung, Hausarbeit, Gewichtung: 0) • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche Prüfung, Gewichtung: 1) 				
7	Verwendbarkeit des Moduls				
8	Notenverbesserung nach §25 (2)				
9	Literatur Script and reader, if necessary further literature will be announced during the course. Thomas Herzog, et al, Fassadenatlas, Birkhäuser Verlag, Basel/Boston/Berlin 2005 Ulrich Knaack, et al, Facades - Principles of Construction, Birkhäuser Verlag 2007 Jens Schneider, et al, Glasbau - Grundlagen, Berechnung, Konstruktion Springer Verlag 2016 Ulrich Knaack: Konstruktiver Glasbau, Müller Verlag Jan Cremer, Detail Atlas Gebäudeöffnungen, Birkhäuser Verlag 2015				
Enthaltene Kurse					
	Kurs-Nr. 13-M0-0002-vl	Kursname Glass and Facade Project			
	Dozent/in Prof. Dr.-Ing. Ulrich Knaack			Lehrform Vorlesung	SWS 2

Kurs-Nr. 13-M0-0003-ue	Kursname Glass and Facade Project - Exercise		
Dozent/in Prof. Dr.-Ing. Ulrich Knaack	Lehrform Übung	SWS 2	

Modulname Green Building Design I					
Modul Nr. 13-D1-M007	Leistungspunkte 6 CP	Arbeitsaufwand 180 h	Selbststudium 120 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Prof. Stefan Schäfer		
1	Lerninhalt Baukonstruktive Themenbereiche in Anlehnung an das aktuelle Baugeschehen mit dem Fokus auf Green Building werden in Seminarform bearbeitet. Hierzu gehören gezielte wissenschaftliche Fragen sowohl zu Materialien (z. B. Stahl, Glas, Wärmedämmung) als auch zu Technologien (z.B. Klimatisierung, Energiebereitstellung und -verteilung, Steuerung von Gebäudehüllen). An eigenen studentischen Projekten werden sinnvolle Konstruktionsprinzipien entwickelt. In den betreuten Studienarbeiten werden auch herausragende, bestehende Bauwerke und ihre Konstruktionen untersucht - auch unter Einbeziehung historischer klassischer Bauten.				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Nach der erfolgreich absolvierten Lehrveranstaltung werden die Studierenden die Fähigkeit besitzen, die Zusammenhänge der im Bauwesen verwendeten relevanten Lösungskonzepte für Green Building konstruktiv, technisch und physikalisch zu verstehen und anzuwenden. Die Studierenden besitzen die Fähigkeit, unterschiedliche Lösungen zu erfassen, zu eruieren, sachlich und verständlich zu erläutern, Entscheidungen zu treffen und zu begründen. Die Studierenden besitzen die Fähigkeit, fachspezifische Probleme projektbezogen nach wissenschaftlichen Grundsätzen selbstständig zu bearbeiten.				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme Empfohlen: Baukonstruktion und Bauphysik (13-D0-M001) oder Baukonstruktion (13-D1-M003)				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Studienleistung, Präsentation) • Modulprüfung (Fachprüfung, Sonderform, Standard BWS) Fachprüfung: Abgabe Plan, Modell und Bericht				
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Modulabschlussprüfung(en)				
6	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Studienleistung, Präsentation, Gewichtung: 0) • Modulprüfung (Fachprüfung, Sonderform, Gewichtung: 1) 				
7	Verwendbarkeit des Moduls				
8	Notenverbesserung nach §25 (2)				
9	Literatur Skript zur Lehrveranstaltung Green Building Design sowie jahrgangswise Reader zu verschiedenen Fachthemen. Für weitere Literatur-Empfehlungen siehe www.kgbauko.de				
Enthaltene Kurse					
	Kurs-Nr. 13-D1-0015-vl	Kursname Green Building Design I			
	Dozent/in Prof. Stefan Schäfer			Lehrform Vorlesung	SWS 1



Kurs-Nr. 13-D1-0016-ue	Kursname Green Building Design I - Übung		
Dozent/in Prof. Stefan Schäfer	Lehrform Übung	SWS 3	

Modulname Green Building Design II					
Modul Nr. 13-D1-M008	Leistungspunkte 6 CP	Arbeitsaufwand 180 h	Selbststudium 120 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes 2. Semester
Sprache Englisch			Modulverantwortliche Person Prof. Stefan Schäfer		
1	Lerninhalt Constructional topics, based on current building activities with an emphasis on self-developed concepts will be deeply processed in the form of a seminar. This includes targeted research questions about materials (e.g. steel, glass, and insulation) and technologies (e.g. air conditioning, energy supply and distribution, controlling of building envelopes). Selected examples of structures and own student projects relevant design principles are developed on the basis of selected building examples. With supervised student projects also outstanding, existing buildings and their construction are examined - also including classic historical buildings.				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse After the successful completion the course students will understand the relationship of the relevant solutions used in the construction industry for Green Building Design. They possess both technological and physical aspects. The students will have the ability to detect different solutions, to find out, to explain factual and understandable, to make decisions and to justify. The students will have the ability to work independently on subject-specific problems according to scientific principles.				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme Recommended: Baukonstruktion und Bauphysik (13-D0-M001) or Baukonstruktion (13-D1-M003)				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Studienleistung, Hausübungen, Arbeitsblätter) • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Dauer: 15 Min., Standard BWS) Technical Examination: Report and Presentation (15 min.) Study Examination: Production of a poster for the optimisation of a building and giving 2 presentations				
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Passing the module examination(s)				
6	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Studienleistung, Hausübungen, Arbeitsblätter, Gewichtung: 0) • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Gewichtung: 1) 				
7	Verwendbarkeit des Moduls				
8	Notenverbesserung nach §25 (2)				
9	Literatur Script for the course Green Building Design as well as year-by-year readers on various specialist topics. For further literature recommendations see www.kgbauko.de				
Enthaltene Kurse					
	Kurs-Nr. 13-D1-0017-vl	Kursname Green Building Design II			
	Dozent/in Prof. Stefan Schäfer		Lehrform Vorlesung	SWS 2	



	Kurs-Nr. 13-D1-0018-ue	Kursname Green Building Design II - Exercise		
	Dozent/in Prof. Stefan Schäfer		Lehrform Übung	SWS 2

Modulname Advanced Building Physics					
Modul Nr. 13-D3-M001	Leistungspunkte 6 CP	Arbeitsaufwand 180 h	Selbststudium 120 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes 2. Semester
Sprache Englisch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr. Eduardus Koenders		
1	Lerninhalt With the growing requirements for the comfort of users, the building energy optimisation, the automation of the regulation, the extent of the required knowledge of building physics planners increases. The course focuses on instationary and complex interactions between building materials, components and buildings. Basic physical processes for thermal and hygrothermal behaviour have to be processed as well as the transfer of noise and development of fire. The background and the required application of the relevant standards and regulations are thereby considered as well as the component-specific simulations. Requirements and compliance demonstrations are employed for residential and as well for non-residential buildings.				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse After completing this module, students can: - recognize problems of building physics - understand basic phenomena of heat, moisture, noise and fire problems - perform basic calculations and/or simulations for heat, moisture, noise and fire problems - understand the requirements of energy efficient buildings and possible constructive and technical measures - apply simplified assessments for most recent versions of energy saving regulations (DIN 4108 and DIN EN 18599) - assess the effectiveness of measures for fire protection in buildings - determine material parameters in a laboratory environment In addition to the ability of estimating different solutions and to explain these properly and objectively, students are able to make decisions and to justify them. They are capable of working independently on subject-specific problems based on heat, humidity, noise and fire.				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme Recommended: Bauphysik (13-D3-M003)				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform) • Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Dauer: 90 Min., Standard BWS) Study Achievement (special form): Submission of online-exercises/reports spread over the duration of the course. All required exercises must be submitted and passed.				
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Passing the module examination(s)				
6	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 0) • Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Gewichtung: 1) 				
7	Verwendbarkeit des Moduls				
8	Notenverbesserung nach §25 (2)				
9	Literatur Will be announced at the beginning of the course.				
Enthaltene Kurse					

Kurs-Nr. 13-D3-0002-vl	Kursname Advanced Building Physics		
Dozent/in Prof. Dr. Eduardus Koenders		Lehrform Vorlesung	SWS 2
Kurs-Nr. 13-D3-0002-ue	Kursname Advanced Building Physics - Exercise		
Dozent/in Prof. Dr. Eduardus Koenders		Lehrform Übung	SWS 2

Modulname Smart Building					
Modul Nr. 15-11-0447	Leistungspunkte 5 CP	Arbeitsaufwand 150 h	Selbststudium 90 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person		
1	Lerninhalt				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Standard BWS) 				
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Modulabschlussprüfung				
6	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 100 %) 				
7	Verwendbarkeit des Moduls				
8	Notenverbesserung nach §25 (2)				
9	Literatur				
Enthaltene Kurse					
	Kurs-Nr. 15-11-0447-vl	Kursname Smart Building Design - Vorlesung			
	Dozent/in			Lehrform Vorlesung	SWS 2
	Kurs-Nr. 15-11-0447-ue	Kursname Smart Building Design - Übung			
	Dozent/in			Lehrform Übung	SWS 2

2.1.3 Infrastrukturplanung

Modulname Infrastructure Planning					
Modul Nr. 13-K4-M007	Leistungspunkte 6 CP	Arbeitsaufwand 180 h	Selbststudium 120 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes 2. Semester
Sprache Englisch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr. Hans-Joachim Linke		
1	<p>Lerninhalt The module consists of the lecture “Systems of Infrastructure” and “Economic Assessment Methods”.</p> <p>“Systems of Infrastructure” gives insights into technical and social infrastructures, such as water supply, sewage disposal, electricity supply, waste disposal, transport facilities or educational facilities. The social and economic importance of infrastructures as well as current challenges of urban and rural development will be presented (e.g. demographical change, climate change). Characteristics of large-technical systems, in the practice used planning models and national as well as EU-wide coordination of spatial planning interests on different levels are contents of the module. The interdependencies between infrastructure sectors, current changes of the infrastructure supply caused through technical innovations, liberalisation and privatisation processes as well as environmental modernisation are topics that will be examined by the students in the course. Next to that point, planning processes of infrastructure projects will be analysed, considering a requirement research, the implementation of political interests, the examination of the location, the feasibility study and the financing and refinancing of the project.</p> <p>With a focus on valuation methods, the course “Economic Assessment Methods” provides students with the basics and the application of common economic evaluation methods that are needed for decision-makers of large infrastructure projects. Next to financial mathematical principles, the most used economical valuation methods as cost-benefit-analysis, value-benefit analysis and cost-effectiveness analysis will be presented in the lecture. The students also get to know property value and international methods of valuation like the asset value method, the discounted Cash flow and the residual value method. Next to these points, also economic valuation methods for environmental assets are content of the course. The course imparts basic knowledge of infrastructure project management and takes a look at application methods of agile management that are useful for construction projects.</p>				
2	<p>Qualifikationsziele / Lernergebnisse The course provides students with a coherent understanding of infrastructure systems and the economic background. The students have the knowledge to develop a financial and institutional system for a special type of infrastructure according to the local framework. The students are able to locate special parts of an infrastructure system by using location study and feasibility study. The module also provides students with a coherent understanding of economic assessment methods. They students learn how to select and apply the economic valuation procedure that applies in individual cases. The students have the competences to select and apply the ecological valuation procedure that applies in individual cases. The students are able to value properties by using international methods of valuation.</p>				
3	<p>Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme Recommended: Grundlagen der Räumlichen Planung (13-B2-M034)</p>				
4	Prüfungsform				

	Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Dauer: 120 Min., Standard BWS) • Modulprüfung (Studienleistung, Hausübungen, Arbeitsblätter) Study Achievement: Students prepare an assessment for a given, practice-oriented infrastructure project according to a given assessment method. In doing so, they demonstrate that they are able to apply such assessment methods in future professional practice.		
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Passing the module examination(s)		
6	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Gewichtung: 1) • Modulprüfung (Studienleistung, Hausübungen, Arbeitsblätter, Gewichtung: 0) 		
7	Verwendbarkeit des Moduls		
8	Notenverbesserung nach §25 (2)		
9	Literatur Literature will be announced at the beginning of the course.		
Enthaltene Kurse			
	Kurs-Nr. 13-B2-J006-se	Kursname Economic Assessment Methods	
	Dozent/in Prof. Dr. Hans-Joachim Linke	Lehrform Seminar	SWS 2
	Kurs-Nr. 13-B2-J007-se	Kursname Systems of Infrastructure	
	Dozent/in Prof. Dr. Hans-Joachim Linke	Lehrform Seminar	SWS 2

Modulname International Spatial Development and Planning					
Modul Nr. 13-K4-M004	Leistungspunkte 6 CP	Arbeitsaufwand 180 h	Selbststudium 120 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes 2. Semester
Sprache Englisch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr. Hans-Joachim Linke		
1	Lerninhalt Students use case studies to focus on a key topic with current problems of spatial development in international and transnational cooperation context and deal with the specific systems of spatial policy and planning.				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Students expand their understanding of the social, political, economic and ecological contextual conditions of spatial planning and development. They will get to know these by means of exemplary national and international spaces or a specific field of action of spatial planning in a national or international context. They familiarise themselves with the specific problems of spatial planning, planning methods and instruments, the actors of spatial development as well as approaches to solutions in the selected case and discuss these topics scientifically. Based on the knowledge gained in the course, they will be able to recognise the special features of the example under consideration and relate them to the conditions of spatial development and planning in other spatial contexts.				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme Recommended: Grundlagen der räumlichen Planung (13-B2-M034)				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Studienleistung, Referat) • Modulprüfung (Fachprüfung, Hausarbeit, Standard BWS) The presentation with subsequent discussion serves to present and reflect on the results achieved so far in working on the topic of the term paper (5th to 14th week of the semester in consultation with the students).				
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Passing the module examination(s)				
6	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Studienleistung, Referat, Gewichtung: 0) • Modulprüfung (Fachprüfung, Hausarbeit, Gewichtung: 1) 				
7	Verwendbarkeit des Moduls				
8	Notenverbesserung nach §25 (2)				
9	Literatur Literature will be announced at the beginning of the module.				
Enthaltene Kurse					
	Kurs-Nr. 13-K4-0011-se	Kursname International Spatial Development and Planning			
	Dozent/in Prof. Dr. Hans-Joachim Linke			Lehrform Seminar	SWS 4

Modulname Räumliche Entwicklung und Planungspraxis in Deutschland					
Modul Nr. 13-K4-M010	Leistungspunkte 6 CP	Arbeitsaufwand 180 h	Selbststudium 150 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr. Hans-Joachim Linke		
1	Lerninhalt Die Lehrveranstaltung behandelt ausgewählte Probleme der Stadt- und Regionalentwicklung und planerische Lösungsmöglichkeiten. Dies geschieht insbesondere anhand exemplarischer Fälle in der Region Rhein-Main bzw. im Bundesland Hessen. Durch Einladung von Praxisexperten und Besuch von Einrichtungen räumlicher Planung in der Region machen sich die Studierenden mit den spezifischen Problemen der Planungspraxis, den Akteuren und Institutionen räumlicher Entwicklung und den planerischen Handlungsmöglichkeiten in der Region vertraut und diskutieren diese Themen wissenschaftlich. Die Studierenden setzen sich im Rahmen von Fallbeispielen mit aktuellen Problemen der räumlichen Entwicklung in der Region Rhein-Main bzw. im Bundesland Hessen auseinander und erweitern ihr theoretisches Wissen durch die Auseinandersetzung mit konkreten Fallstudien. Auf Basis wissenschaftlicher Literatur erarbeiten die Studierenden eigene Thesen und planerische Lösungsansätze und präsentieren und diskutieren diese.				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Die Studierenden entwickeln ein Verständnis der Institutionen und Rahmenbedingungen räumlicher Planung sowie beurteilen und entwerfen raumplanerische Problemlösungen im Kontext ihrer sozialen, kulturellen, ökonomischen, ökologischen, technischen und rechtlichen Rahmenbedingungen. Die Studierenden besitzen die Fähigkeit, unterschiedliche Lösungen abzuwägen, sachlich und verständlich zu erläutern, Entscheidungen zu treffen und zu begründen. Die Studierenden besitzen die Fähigkeit und Bereitschaft zur interdisziplinären und internationalen Kooperation. Die Studierenden besitzen die Fähigkeit, fachspezifische Probleme nach wissenschaftlichen Grundsätzen selbstständig zu bearbeiten. Die Studierenden sind in der Lage, die Ergebnisse Ihrer Arbeit in geeigneter Form darzustellen und zu präsentieren.				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme Empfohlen: Infrastructure Planning (13-K4-M007)				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Studienleistung, Referat) • Modulprüfung (Fachprüfung, Hausarbeit, Standard BWS) Studienleistung: Das Referat mit nachfolgender Diskussion dient der Vorstellung und Reflektion bisher bei der Erarbeitung des Themas der Hausarbeit erzielter Ergebnisse (5. bis 14. Semesterwoche in Abstimmung mit den Studierenden).				
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Modulabschlussprüfung(en)				
6	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Studienleistung, Referat, Gewichtung: 0) • Modulprüfung (Fachprüfung, Hausarbeit, Gewichtung: 1) 				
7	Verwendbarkeit des Moduls				
8	Notenverbesserung nach §25 (2)				
9	Literatur				

Wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.

Enthaltene Kurse

Kurs-Nr. 13-K4-0023-se	Kursname Räumliche Entwicklung und Planungspraxis in Deutschland		
Dozent/in Prof. Dr. Hans-Joachim Linke		Lehrform Seminar	SWS 2

2.2 Themenbereich Energieeffiziente Mobilitäts- und Transportkonzepte

Modulname Bahnsysteme und Bahntechnik					
Modul Nr. 13-J1-M001	Leistungspunkte 6 CP	Arbeitsaufwand 180 h	Selbststudium 120 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr.-Ing. Andreas Oetting		
1	Lerninhalt Aufbauend auf dem in dem Modul Verkehr I vermittelten Grundwissen erfolgt die Entwicklung der Fachkompetenzen für den Entwurf von Eisenbahninfrastruktur. Diese umfassen folgende Themenbereiche: <ul style="list-style-type: none"> - Herleitung der Trassierungsrandbedingungen aus ökonomischen, physiologischen und physikalischen Vorgaben. - Bemessung von Trassierungselementen unter Berücksichtigung ihrer gegenseitigen Beeinflussung - Konstruktion der Trasse in Grund- und Aufriss unter Berücksichtigung von Geländerissen, Zwangspunkten und Kunstbauten. - Dimensionierung von Weichen und deren Konstruktion. - Bahnhofsentwurf. - Prinzipielle Spurplangestaltung von Bahnhöfen. - Oberleitungsanlagen und Stromversorgung. 				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Die Studierenden haben vertieftes Verständnis für die Zusammenhänge und Methoden des Entwurfs von Eisenbahninfrastruktur. Sie besitzen die Kompetenzen, insbesondere aus diesem Gebiet fachspezifische Probleme nach wissenschaftlichen Grundsätzen selbstständig zu bearbeiten. Sie besitzen die vertiefte Fähigkeit, unterschiedliche Lösungen zu erarbeiten, gegeneinander abzuwägen, sachlich und verständlich zu erläutern, Entscheidungen zu treffen und zu begründen.				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme Empfohlen: Verkehr I (13-J0-M001)				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Dauer: 90 Min., Standard BWS) • Modulprüfung (Studienleistung, Mündliche/schriftliche Prüfung) Studienleistung: Hausübung und Kolloquium (20 min.), 3 Monate Bearbeitungsdauer, Abgabe empfohlen vor Klausur, für Bonuspunkte Abgabe bis Mitte Juli. Fließt nicht in Bewertung ein (außer Bonuspunkte)				
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Modulabschlussprüfung(en)				
6	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Gewichtung: 1) • Modulprüfung (Studienleistung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Gewichtung: 0) 				
7	Verwendbarkeit des Moduls				
8	Notenverbesserung nach §25 (2)				
9	Literatur Skripte werden zu Beginn der Lehrveranstaltung ausgegeben. Weiterführende Literatur wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben. Moodlekurs.				

Enthaltene Kurse			
Kurs-Nr. 13-J1-0001-vl	Kursname Bahnsysteme und Bahntechnik		
Dozent/in Prof. Dr.-Ing. Andreas Oetting		Lehrform Vorlesung	SWS 2
Kurs-Nr. 13-J1-0002-ue	Kursname Bahnsysteme und Bahntechnik - Übung		
Dozent/in Prof. Dr.-Ing. Andreas Oetting		Lehrform Übung	SWS 2

Modulname Bahnbetrieb: Modellierung, Planung, Disposition I					
Modul Nr. 13-J1-M002	Leistungspunkte 3 CP	Arbeitsaufwand 90 h	Selbststudium 60 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr.-Ing. Andreas Oetting		
1	Lerninhalt Die Eisenbahn ist ein besonders sicheres, leistungsfähiges und klimafreundliches Verkehrsmittel. Daher wird politisch eine Erhöhung des Verkehrs auf der Schiene, u.a. durch eine Verlagerung von Verkehren auf diese, forciert. Die steigende Nachfrage trifft auf eine in Teilen bereits hohe Auslastung des Verkehrsträgers Schiene. Zusätzlich sind in nächster Zeit verstärkt Bau- und Instandhaltungsmaßnahmen im Eisenbahnnetz notwendig, wodurch bestehende Engpässe vorübergehend verschärft werden. Zur Auflösung dieses Spannungsfelds sind verschiedene Maßnahmen von Eisenbahninfrastruktur- und Eisenbahnverkehrsunternehmen für Planung, Management und Überwachung des Eisenbahnbetriebs erforderlich. Die Veranstaltung gibt einen Überblick über etablierte und neueste Methoden zur Planung, Durchführung und Überwachung des Eisenbahnbetriebs. Zur Beurteilung der Angebotsqualität werden Methoden zur Berechnung von Fahrplanrobustheit und Fahrwegkapazität vermittelt. Neben den planerischen Methoden werden die Verfahren in der Betriebsüberwachung und der Disposition, d.h. der Erkennung und Lösung von Konflikten betrachtet. Dabei werden die theoretischen Grundlagen, u.a. zur Modellierung von Verspätungen und des Konfliktmanagements, mit praktischen Übungen verknüpft. Details - Eingangsgrößen (Infrastruktur, , Modellzüge, Zugeigenschaften Betriebsprogramme, Verspätungsverteilungen,) - Fahrzeitberechnung (Fahrzustände, Fahrdynamik, Berechnungsmethoden, Fahrzeitzuschläge) - Sperrzeiten, Belegungs- und Mindestzugfolgezeiten, , Pufferzeiten - Konfliktmanagement (Konfliktarten, Konflikterkennung, Konfliktlösung, Lösungsbewertung) - Methoden für eisenbahnbetriebswissenschaftliche Untersuchungen (statistisch-deterministische, konstruktive, simulative und analytische Methode) und deren Auswahl				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Die Studierenden sind nach dem Kurs in der Lage, - die Angebotsqualität von Eisenbahnsystemen zu ermitteln und zu bewerten. - die Leistungsfähigkeit von Eisenbahnsystemen unter technischen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten, unter Berücksichtigung dispositiver Umstände sowie zukünftiger Bedingungen durch Auswahl der dazu erforderlichen Methoden zu bemessen. - durch die praktische Anwendung der vermittelten Methoden in einem vorgegebenen Rahmen, selbständig wissenschaftlich fundierte Lösungen für die Planung und Durchführung des Eisenbahnbetriebs zu entwickeln.				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme Empfohlen: Verkehr I (13-J0-M001) und Verkehr II (13-J0-M002) oder vergleichbare Kenntnisse. Beide Module können parallel zu „Modellierung, Planung, Disposition I" werden				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Dauer: 60 Min., Standard BWS) Fachprüfung: Mündliche Prüfung (20 min.) / Klausur (60 min.) In der Regel erfolgt die Prüfung durch eine mündliche Prüfung, bei höherer Teilnehmerzahl gegebenenfalls Klausur.				
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Modulabschlussprüfung(en)				
6	Benotung				

	Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Gewichtung: 1) 		
7	Verwendbarkeit des Moduls		
8	Notenverbesserung nach §25 (2)		
9	Literatur Weiterführende Literatur wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.		
Enthaltene Kurse			
	Kurs-Nr. 13-J1-0003-vl	Kursname Bahnbetrieb: Modellierung, Planung, Disposition I	
	Dozent/in Prof. Dr.-Ing. Andreas Oetting	Lehrform Vorlesung	SWS 2

Modulname Bahnbetrieb: Modellierung, Planung, Disposition II					
Modul Nr. 13-J1-M006	Leistungspunkte 3 CP	Arbeitsaufwand 90 h	Selbststudium 60 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr.-Ing. Andreas Oetting		
1	Lerninhalt Das "Modul Bahnbetrieb: Modellierung, Planung, Disposition II" baut auf den in "Bahnbetrieb: Modellierung, Planung, Disposition I" erarbeiteten Kompetenzen auf und vertieft diese durch Bezugnahme auf Anwendungsgebiete aus der Planung, Durchführung und Überwachung des Eisenbahnbetriebs. Es werden ergänzende Methoden und Prozesse von Eisenbahninfrastruktur- und Eisenbahnverkehrsunternehmen zur betrieblichen, baubetrieblichen und infrastrukturellen Planung sowie zur Disposition, behandelt. Anhand anwendungsnaher Fallbeispiele werden die vorgestellten Methoden und Prozesse mit dem im Modul „Bahnbetrieb: Modellierung, Planung, Disposition I“ vermittelten Wissen verknüpft und beispielhaft implementiert. Details: - Netzplanung, Angebotsplanung, Bewertung der Angebotsqualität - Kapazitätsberechnung - Trassenpreissysteme, Netzfahrplanerstellung - Konfliktmanagement - Disposition von Zügen, Fahrzeugen und Personal - Bauen und Betrieb - Reisendeninformation				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Die Studierenden sind in der Lage, - eisenbahnbetriebliche Fragestellungen zu durchdringen, die notwendigen Daten zur dieser Fragestellungen zu identifizieren und eigene Ansätze für Verbesserungen in einem definierten Anwendungsgebiet zu entwickeln. - durch die praktische Anwendung der vermittelten Methoden fachspezifische Probleme nach wissenschaftlichen Grundsätzen selbständig zu bearbeiten sowie neue Methoden und Problemlösungen in diesem Bereich zu entwickeln.				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme Empfohlen: "Bahnbetrieb: Modellierung, Planung, Disposition I" (13-J1-M002) (kann parallel im selben Semester besucht werden)				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Dauer: 60 Min., Standard BWS) Fachprüfung: Mündliche Prüfung (20 min.) / Klausur (60 min.) In der Regel erfolgt die Prüfung durch eine mündliche Prüfung, bei höherer Teilnehmerzahl gegebenenfalls Klausur.				
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Modulabschlussprüfung(en)				
6	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Gewichtung: 1) 				
7	Verwendbarkeit des Moduls				
8	Notenverbesserung nach §25 (2)				

9	Literatur Weiterführende Literatur wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.		
Enthaltene Kurse			
	Kurs-Nr. 13-J1-0008-se	Kursname Bahnbetrieb: Modellierung, Planung, Disposition II	
	Dozent/in Prof. Dr.-Ing. Andreas Oetting	Lehrform Seminar	SWS 2

Modulname Bahnbetrieb: Modellierung, Planung, Disposition III					
Modul Nr. 13-J1-M011	Leistungspunkte 3 CP	Arbeitsaufwand 90 h	Selbststudium 60 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr.-Ing. Andreas Oetting		
1	Lerninhalt Das "Modul Bahnbetrieb: Modellierung, Planung, Disposition III" baut auf den in "Bahnbetrieb: Modellierung, Planung, Disposition" I und II erarbeiteten Kompetenzen auf und vertieft diese. Teil des Moduls ist eine semesterbegleitende anwendungsbezogene Übung zu einem spezifischen Thema der Planung, Durchführung oder Überwachung des Eisenbahnbetriebs, welche die Umsetzung und Vertiefung des in den beiden vorangegangenen Modulen erworbenen eisenbahnbetrieblichen Wissens erfordert. Die angeleitete Umsetzung der erlernten Inhalte soll den Studierenden auch die Möglichkeit geben, moderne Methoden und innovative Ansätze selbständig weiterzuentwickeln und umzusetzen. Dazu werden etablierte Methoden sowie innovative Ansätze gemeinsam analysiert und diskutiert. Die Wechselwirkungen mit anderen Teilgebieten des Bahnbetriebs werden durch die semesterübergreifende Einbindung der Ausarbeitungen abgebildet. Dadurch entsteht Schritt für Schritt eine Implementierung die immer mehr Teilgebiete der Planung, Durchführung und Überwachung des Eisenbahnbetriebs umfasst. Details - Modellierung von Infrastruktur und Betrieb - Traffic Management System und Capacity Traffic Management System - Prozesse der Fahrplanerstellung - Prozesse der Fahrplananpassung - Berücksichtigung von Baumaßnahmen - Energiesparsames Fahren				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Die Studierenden sind in der Lage, - spezifische eisenbahnbetriebliche Fragestellungen zu durchdringen, die notwendigen Daten zu diesen Fragestellungen und deren Quellen zu identifizieren, und nach der Analyse bestehender Methoden eigene Ansätze zur Problemlösung unter Beachtung existierender Schnittstellen und Wechselwirkungen zu entwickeln. - die Voraussetzungen und Auswirkungen der Anwendung der jeweiligen Methoden in den Prozessen der der Planung, Durchführung und Überwachung des Eisenbahnbetriebs beurteilen und sind dadurch in der Lage die Prozesse an neue Zielvorgaben anzupassen bzw. entsprechend weiterzuentwickeln. - die Schnittstellen im integrierten Eisenbahnsystem identifizieren und eigene Ansätze zur Verbesserung des Austausches an diesen Schnittstellen entwickeln. - auch schwierige fachspezifische Probleme nach wissenschaftlichen Grundsätzen selbständig zu bearbeiten sowie neue Methoden und Problemlösungen in diesem Bereich zu entwickeln.				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme Empfohlen: „Bahnbetrieb: Modellierung, Planung, Disposition I“ (13-J1-M002) und „Bahnbetrieb: Modellierung, Planung, Disposition II“ (13-J1-M006)				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Dauer: 60 Min., Standard BWS) Fachprüfung: Mündliche Prüfung (20 min.) / Klausur (60 min.) In der Regel erfolgt die Prüfung durch eine mündliche Prüfung, bei höherer Teilnehmerzahl gegebenenfalls Klausur.				
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Modulabschlussprüfung(en)				
6	Benotung				

	Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100 %) 		
7	Verwendbarkeit des Moduls		
8	Notenverbesserung nach §25 (2)		
9	Literatur Weiterführende Literatur wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.		
Enthaltene Kurse			
	Kurs-Nr. 13-J1-0011-vl	Kursname Bahnbetrieb: Modellierung, Planung, Disposition III	
	Dozent/in Prof. Dr.-Ing. Andreas Oetting	Lehrform Vorlesung	SWS 2

Modulname Bahnbetrieb: Sichere Durchführung I					
Modul Nr. 13-J1-M004	Leistungspunkte 3 CP	Arbeitsaufwand 90 h	Selbststudium 60 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr.-Ing. Andreas Oetting		
1	Lerninhalt Das Modul "Bahnbetrieb: Sichere Durchführung I" baut auf die sicherungstechnischen Teile des Moduls Verkehr II auf und vertieft diese. Dabei wird die Systemarchitektur der Leit- und Sicherungstechnik mit ihren Komponenten und deren Prozessen sowie Sicherungslogiken des Regelbetriebs behandelt. Die theoretischen Grundlagen dieser Veranstaltung werden im Rahmen von praktischen Übungen im Eisenbahnbetriebsfeld gefestigt. Details - Komponenten, Architektur und Prozesse der Leit- und Sicherungstechnik - Aufgaben und Einsatzgebiete der Bahnsignaltechnik - Sicherungsprinzipien und -techniken - in Deutschland verwendete Stellwerksprinzipien - Automatisierung(spotentiale) im Eisenbahnwesen - Zulassungsprozesse in der Sicherungstechnik - Sensorik in der Sicherungstechnik - Zugsicherungssysteme (P ZB, LZB, ETCS) - Systeme der abgestuften Sicherheit - prinzipielle Funktionsweise der Stellwerke - Bedienung von Stellwerken - Durchführung der betrieblichen Prozesse (z. B. Zugmeldung, Rangierverständnis)				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Die Studierenden besitzen nach Abschluss des Moduls die Fähigkeit, vielfältige Anforderungen an Anlagen der Sicherungstechnik im Bahnverkehr in quantitativer und qualitativer Hinsicht unter Berücksichtigung nationaler Standards und Entwicklungen zu beurteilen. Die Studierenden kennen die Architektur der Leit- und Sicherungstechnik und besitzen die Fähigkeit, Anlagen der Sicherungstechnik im Bahnverkehr nach technischen und ökonomischen Gesichtspunkten auf der Grundlage der vorhandenen und zukünftigen Gegebenheiten zu planen, zu entwerfen, zu beurteilen und zu betreiben. Sie sind in der Lage, die Problemlösungen des Bereichs "Bahnbetrieb: Sichere Durchführung I" zu durchdringen und auch schwierige fachspezifische Probleme in diesem Bereich nach wissenschaftlichen Grundsätzen selbstständig zu bearbeiten. Auf Grundlage der erworbenen Kenntnisse und Fähigkeiten sind die Studierenden in der Lage, neue Methoden und Problemlösungen in diesem Bereich zu entwickeln.				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme Empfohlen: Verkehr I (13-J0-M001) Verkehr II (13-J0-M002)				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Dauer: 60 Min., Standard BWS) Fachprüfung: Klausur (60 min.) / Mündliche Prüfung (20 min.) In der Regel erfolgt die Prüfung durch eine Klausur, bei geringer Teilnehmerzahl gegebenenfalls mündliche Prüfung.				
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Modulabschlussprüfung(en)				

6	Benotung Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Gewichtung: 1)		
7	Verwendbarkeit des Moduls		
8	Notenverbesserung nach §25 (2)		
9	Literatur Skripte werden zu Beginn der Lehrveranstaltung ausgegeben. Weiterführende Literatur wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.		
Enthaltene Kurse			
	Kurs-Nr. 13-J1-0004-vu	Kursname Bahnbetrieb: Sichere Durchführung I	
	Dozent/in Prof. Dr.-Ing. Andreas Oetting		Lehrform Vorlesung und Übung
			SWS 2

Modulname Control of Drives					
Modul Nr. 18-gt-2020	Leistungspunkte 5 CP	Arbeitsaufwand 150 h	Selbststudium 90 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Sommersemester
Sprache Englisch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr.-Ing. Gerd Griepentrog		
1	Lerninhalt Regelstrukturen für Antriebe, Auslegung von Antriebsregelungen , Wechselrichter für geregelte Antriebe Raumzeiger als Grundlage für die Modelle der Drehfeldmaschinen. Bezugssysteme für die Behandlung von Drehfeldmaschinen Regelungstechnisches Blockschaltbild des Antriebs mit Gleichstrommaschine, Reglerstruktur und Auslegung der Ansteuerung von Gleichstrommaschinen Regelungstechnisches Blockschaltbild für permanenterregte Synchronmaschine (PMSM), Regelungstechnisches Blockschaltbild der Asynchronmaschine (ASM); Drehmomentregelung für Drehfeldmaschinen mit linearerem Regler oder Schaltregler, Feldorientierte Regelung und direkte Momentenregelung bei PMSM und ASM. Modelle/Beobachter für Läuferfluss der ASM Drehzahlregelung von Antrieben, auch schwingungsfähige Last. Winkellage- und Beschleunigungsgeber, Motion Control Problemstellungen				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage: <ol style="list-style-type: none"> 1. die regelungstechnischen Blockschaltbilder der Gleichstrommaschine im Grunddrehzahl- und Feldschwächbereich zu entwickeln 2. die zu 1.) gehörenden Regelkreise hinsichtlich Struktur und Reglerparameter auszulegen 3. Raumzeiger in verschiedenen rotierenden Koordinatensystemen zu anzuwenden 4. die dynamischen Gleichungen der PMSM und der ASM herzuleiten und mit Hilfe des jeweils geeignet rotierendem Koordinatensystem zu vereinfachen und als nichtlineares regelungstechnisches Blockschaltbild darzustellen. 5. die zu 4.) gehörenden Regelkreise, insbesondere die feldorientierte Regelung hinsichtlich Struktur und Reglerparameter auszulegen 6. Aufgrund der vermittelten Systematik auch für nicht behandelte Maschinentypen wie die doppelt gespeiste ASM entsprechende Herleitungen in der Literatur nachvollziehen zu können. 7. Modelle und Beobachter für den Läuferfluss der ASM in verschiedenen Koordinatensystemen herzuleiten und die jeweiligen Vor- und Nachteile zu beurteilen 8. Die Regelkreise der überlagerten Drehzahlregelung auch für schwingungsfähige mechanische Lasten auszulegen und zu parametrieren. 				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme BSc ETiT oder Gleichwertiges, insbes. Regelungstechnik und elektrische Maschinen/Antriebe				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Dauer: 90 Min., Standard BWS) 				
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Modulabschlussprüfung				
6	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Gewichtung: 100 %) 				
7	Verwendbarkeit des Moduls				

	MSc ETiT, MSc EPE, MSc MEC, Wi-ETiT		
8	Notenverbesserung nach §25 (2)		
9	Literatur Skript und Übungsanleitung zum Download in Moodle. Literatur: <ul style="list-style-type: none"> • Mohan, Ned: "Electric Drives and Machines" • De Doncker, Rik; et. al.: "Advanced Electrical Drives" • Schröder, Dierk: "Elektrische Antriebe - Regelung von Antriebssystemen" • Leonhard, W.: "Control of Electrical Drives" 		
Enthaltene Kurse			
	Kurs-Nr. 18-gt-2020-vl	Kursname Control of Drives	
	Dozent/in Prof. Dr.-Ing. Gerd Griepentrog	Lehrform Vorlesung	SWS 2
	Kurs-Nr. 18-gt-2020-ue	Kursname Control of Drives	
	Dozent/in Prof. Dr.-Ing. Gerd Griepentrog	Lehrform Übung	SWS 2

Modulname Elektrische Antriebstechnik für Automobile					
Modul Nr. 18-bi-2150	Leistungspunkte 4 CP	Arbeitsaufwand 120 h	Selbststudium 75 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Wintersemester
Sprache Englisch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr. techn. Dr.h.c. Andreas Binder		
1	Lerninhalt Dieser Kurs führt die Studierenden in die verschiedenen Designaspekte elektrischer Antriebe ein, die in Automobilanwendungen verwendet werden. Diese umfassen sowohl Hochgeschwindigkeits-Traktionsantriebe mit hoher Leistungsdichte, als auch kleine, massenproduzierte Hilfsantriebe. Da die Zielgruppe aus Studierenden verschiedener Studiengänge besteht, werden im Kurs zunächst die Grundlagen der Prinzipien der Umwandlung elektromagnetischer Energie und die Konstruktionsprinzipien von PM-basierten Maschinen besprochen. Die Diskussion der elektrischen Antriebe selbst umfasst die verschiedenen Facetten ihres Designs als Teil eines komplexen Systems, wie z. B. Betriebsanforderungen, Konfigurationen, Materialauswahl, parasitäre Effekte und deren Minderung, elektrische und thermische Beanspruchung sowie insbesondere herstellungsbezogene Fragen, da sie das Design der massenproduzierten Hilfsantriebe beeinflussen.				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls kennen die Studierenden die Konstruktionsprinzipien von PM-basierten Maschinen und elektrischen Antrieben: Topologien, Betriebsbereiche, dynamische Leistung und Konfiguration von Traktionsantrieben für Hybridautos und Elektrofahrzeuge, wie sie als elektrische Antriebe für Autos eingesetzt werden. Neben Traktionsantrieben sind sie auch mit Hilfsantrieben vertraut, die in Autos verwendet werden. Sie kennen die parasitären Auswirkungen von Wechselrichter-induzierten Lagerströmen, das für die elektrische Wicklung verwendete Isolationsmaterial und die Wicklungsbelastung bei Umrichterspeisung. Sie sind mit den verschiedenen Kühlprinzipien und der thermischen Modellierung sowie den thermischen Aspekten der Integration in das Auto vertraut. Sie kennen auch die Hauptausfallmodi, die bei elektrischen Antrieben für Autos auftreten können, die verschiedenen verwendeten Laminierfolien und deren Herstellung.				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme Abgeschlossenes Bachelorstudium in Elektrotechnik oder äquivalenter Abschluss.				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Standard BWS) Die Prüfung erfolgt durch eine Klausur (Dauer: 90 Min.). Falls absehbar ist, dass sich weniger als 5 Studierende anmelden, erfolgt die Prüfung mündlich (Dauer: 30 Min.). Die Art der Prüfung wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.				
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Modulabschlussprüfung				
6	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100 %) 				
7	Verwendbarkeit des Moduls				
8	Notenverbesserung nach §25 (2) Es wird zu Beginn des Semesters angekündigt, ob es vorlesungsbegleitende Kurztests gibt, die eine Notenverbesserung ermöglichen.				
9	Literatur				
Enthaltene Kurse					

	Kurs-Nr. 18-bi-2150-vl	Kursname Elektrische Antriebstechnik für Automobile		
	Dozent/in Prof. Dr. Annette Mütze, Prof. Dr. techn. Dr.h.c. Andreas Binder		Lehrform Vorlesung	SWS 2
	Kurs-Nr. 18-bi-2150-ue	Kursname Elektrische Antriebstechnik für Automobile		
	Dozent/in Prof. Dr. Annette Mütze, Prof. Dr. techn. Dr.h.c. Andreas Binder		Lehrform Übung	SWS 1

Modulname Elektrische Bahnen					
Modul Nr. 18-bi-2140	Leistungspunkte 5 CP	Arbeitsaufwand 150 h	Selbststudium 105 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Wintersemester
Sprache Deutsch/Englisch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr. techn. Dr.h.c. Andreas Binder		
1	Lerninhalt <ul style="list-style-type: none"> • Traktionsmechanik • Elektrische Ausrüstung von Triebfahrzeugen • Traktionswechselrichter und Traktionsmaschine • Überwachungseinrichtungen • Bahnstromsysteme im Vergleich • Gleich- und Wechselstromsysteme für Fernbahnen und Nahverkehr • Problem der Erdung und Rückstromführung • Unterwerke, Umformer, Kraftwerke 				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Nach Abschluss des Moduls haben Studierende ein Verständnis für Grundlagenkonzepte elektrischer Triebfahrzeuge und elektrischer Bahnstromsysteme entwickelt.				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme Grundkenntnisse in elektrischen Maschinen und Antrieben				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Dauer: 90 Min., Standard BWS) Die Prüfung erfolgt durch eine Klausur (Dauer: 90 Min.) in Kombination mit einer Präsentation.				
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Modulabschlussprüfung				
6	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100 %) 				
7	Verwendbarkeit des Moduls MSc ETiT, MSc MEC, MSc Wi-ETiT				
8	Notenverbesserung nach §25 (2)				
9	Literatur Detailliertes Vorlesungsskript. <ul style="list-style-type: none"> • Bendel, H. u.a.: Die elektrische Lokomotive. Transpress, Berlin, 1994. • Filipovic, Z: Elektrische Bahnen. Springer, Berlin, Heidelberg, 1995. • Steimel, A.: Elektrische Triebfahrzeuge und ihre Energieversorgung. Oldenburg Industrieverlag, 2006. • Bätzold, D. u.a.: Elektrische Lokomotion deutscher Eisenbahnen. Alba, Düsseldorf, 1993. • Obermayer, H. J.: Internationaler Schnellverkehr. Franckh-Kosmos, Stuttgart, 1994. • Guckow, A.; Kiessling, F.; Puschmann, R.: Fahrleitungen el. Bahnen. Teubner, Stuttgart, 1997. • Schaefer, H.: Elektrotechnische Anlagen für Bahnstrom. Eisenbahn-Fachverlag, Heidelberg, 1981. 				
Enthaltene Kurse					

Kurs-Nr. 18-bi-2140-vl	Kursname Elektrische Bahnen		
Dozent/in Prof. Dr. techn. Dr.h.c. Andreas Binder		Lehrform Vorlesung	SWS 3

Modulname Grundlagen der Flugantriebe					
Modul Nr. 16-04-5010	Leistungspunkte 8 CP	Arbeitsaufwand 240 h	Selbststudium 180 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Wintersemester
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr.-Ing. Heinz-Peter Schiffer		
1	Lerninhalt Theoretische Grundlagen des Flugantriebs; Thermodynamischer Kreisprozess; Komponenten; Schadstoffbildung.				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Nachdem die Studierenden die Lerneinheit erfolgreich abgeschlossen haben, sollten sie in der Lage sein: 1. Die verschiedenen Arten von Strahlantrieben zu klassifizieren und die Funktionsweise eines einfachen, lufttatemden Strahltriebwerks zu erklären. 2. Den Kreisprozess eines Flugantriebs darzustellen und die Auswirkungen variierender Kreisprozessparameter (z.B. Turbineneintrittstemperatur, Flugmachzahl) auf den Kreisprozess zu erläutern. 3. Verschiedene Triebwerks- und Komponentenwirkungsgrade zu erklären. 4. Die Schubgleichung, die Eulersche Turbinengleichung und die Gleichungen zur Beschreibung der Triebwerkswirkungsgrade (thermischer Wirkungsgrad, Vortriebswirkungsgrad) durch Anwendung der Erhaltungsgleichungen (Masse, Energie, Impuls) herzuleiten. 5. Die Kernkomponenten eines Strahltriebwerks und die spezifischen Komponenteneigenschaften und -funktionsweisen zu erklären. 6. Die jetzigen und zukünftigen Anforderungen an ein Triebwerk aufzulisten sowie deren Bedeutung für die Komponenten, deren Auswirkung auf die Verlustmechanismen und Schadstoffentstehung zu erklären.				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme Grundlagenkenntnisse in Thermodynamik und Strömungslehre (hier insbesondere kompressible Strömung) werden für den Erwerb der zu vermittelnden Kompetenzen vorausgesetzt.				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Dauer: 90 Min., Standard BWS) Schriftliche Prüfung 90 min				
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Prüfungsleistung				
6	Benotung Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Gewichtung: 100 %)				
7	Verwendbarkeit des Moduls WP Bachelor MB				
8	Notenverbesserung nach §25 (2)				
9	Literatur Skript 'Flugantriebe und Gasturbinen' und Vorlesungsfolien (Internet Homepage des Fachgebiets: www.glr.maschinenbau.tu-darmstadt.de). Bräunling, W. J. G.: Flugzeugtriebwerke, Springer Verlag. Cohen, H.; Rogers, G. F. C.: Gas Turbine Theory, Longman Group Limited.				
Enthaltene Kurse					

Kurs-Nr. 16-04-5010-vl	Kursname Grundlagen der Flugantriebe		
Dozent/in Prof. Dr.-Ing. Heinz-Peter Schiffer		Lehrform Vorlesung	SWS 4

Modulname Grundlagen der Schienenfahrzeugtechnik					
Modul Nr. 18-bi-2050	Leistungspunkte 3 CP	Arbeitsaufwand 90 h	Selbststudium 60 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Sommersemester
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr. techn. Dr.h.c. Andreas Binder		
1	Lerninhalt Aus dem umfassenden und interdisziplinären Wissensgebiet der Eisenbahntechnik (Fahrzeugtechnik, Signal- und Sicherungstechnik, Bauingenieurwesen und Eisenbahnbetriebstechnik) greift das Modul den Bereich der Fahrzeugtechnik mit dem Schwerpunkt des Mechanteils heraus. Sie bietet Ingenieur*innen einen zusammenhängenden Einstieg in ausgewählte Kapitel des Engineerings von Schienenfahrzeugen mit besonderen Schwerpunkten in den eisenbahnspezifischen technischen Lösungen und Verfahren. Es werden sowohl theoretische Grundlagen, als auch wesentliche Komponenten des Schienenfahrzeugs vertieft vermittelt.				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Nach Abschluss des Moduls haben die Studierenden ein Verständnis entwickelt für die mechanischen und maschinenbaulichen Grundlagen moderner Schienenfahrzeuge.				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme Bachelor-Abschluss Elektrotechnik oder Mechatronik oder Maschinenbau				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Dauer: 60 Min., Standard BWS) 				
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Modulabschlussprüfung				
6	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Gewichtung: 100 %) 				
7	Verwendbarkeit des Moduls MSc ETiT, MSc MEC, MSc EPE, MSc WI-ETiT				
8	Notenverbesserung nach §25 (2)				
9	Literatur Detailliertes Skript <ul style="list-style-type: none"> • Filipovic, Z: Elektrische Bahnen. Springer, Berlin, Heidelberg, 1995. • Obermayer, H.J.: Internationaler Schnellverkehr. Franckh-Kosmos, Stuttgart, 1994. 				
Enthaltene Kurse					
	Kurs-Nr. 18-bi-2050-vl	Kursname Grundlagen der Schienenfahrzeugtechnik			
	Dozent/in Prof. Dr. techn. Dr.h.c. Andreas Binder			Lehrform Vorlesung	SWS 2

Modulname Motorenentwicklung für die elektrische Antriebstechnik					
Modul Nr. 18-bi-2032	Leistungspunkte 4 CP	Arbeitsaufwand 120 h	Selbststudium 75 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Sommersemester
Sprache Englisch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr. techn. Dr.h.c. Andreas Binder		
1	Lerninhalt Im breiten Feld der Antriebstechnologie für kleine und mittlere Leistungen von 1 kW bis etwa 500 kW... 1 MW werden den Studierenden die konventionellen Antriebe sowie aktuelle Entwicklungen erläutert. Hierbei werden netz- und umrichter gespeiste Asynchronmaschinen, Permanentmagnet-Synchronmaschinen mit und ohne Dämpferkäfig ("Bürstenlose Gleichstrommotoren"), synchrone und geschaltete Reluktanzmaschinen sowie Gleichstrom-Servoantriebe mit elektrischer Erregung oder Permanentmagneten abgedeckt. Als "Neulinge" im Bereich der elektrischen Maschinen werden ebenfalls die Transversalflussmaschine und die modularen Synchronmaschinen behandelt.				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls haben Studierenden Wissen über <ul style="list-style-type: none"> • Moderne Computer-Berechnungsmethoden (z.B. Finite Elemente), • Verbesserte Materialien (z.B. Hochenergiemagnete, Keramiklager), • Innovative Antriebskonzepte (z.B. Transversalflussmaschinen) und • Mess- und Experimentiertechniken näher gebracht. 				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme Bachelorabschluss etit oder vergleichbar				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Dauer: 60 Min., Standard BWS) 				
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Modulabschlussprüfung				
6	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Gewichtung: 100 %) 				
7	Verwendbarkeit des Moduls MSc ETiT, MSc MEC, nicht MSc EPE				
8	Notenverbesserung nach §25 (2)				
9	Literatur Ein detailliertes Skript ist für die Vorlesung verfügbar. In den Übungen wird näher auf die Auslegung von PM-Maschinen, geschalteten Reluktanzmaschinen und umrichter gespeisten Asynchronmaschinen eingegangen. <ul style="list-style-type: none"> • A. Binder: El. Maschinen u. Antriebe: Grundlagen, Betriebsverhalten, Springer Vieweg, 2017 • A. Binder: El. Maschinen u. Antriebe: Übungsbuch, Springer Vieweg, 2017 • J. Pyrhönen, T. Jokinen, V. Hrabovcova: Design of Rotating Electrical Machines, 2013, Wiley 				
Enthaltene Kurse					

	Kurs-Nr. 18-bi-2030-vl	Kursname Motor Development for Electrical Drive Systems		
	Dozent/in Prof. Dr. techn. Dr.h.c. Andreas Binder, Dr.-Ing. Andreas Jöckel	Lehrform Vorlesung	SWS 2	
	Kurs-Nr. 18-bi-2030-ue	Kursname Motor Development for Electrical Drive Systems		
	Dozent/in Prof. Dr. techn. Dr.h.c. Andreas Binder, Dr.-Ing. Andreas Jöckel	Lehrform Übung	SWS 1	

Modulname Nahverkehrsbahnen					
Modul Nr. 13-J1-M003	Leistungspunkte 3 CP	Arbeitsaufwand 90 h	Selbststudium 60 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr.-Ing. Andreas Oetting		
1	Lerninhalt Grundlagen für den Entwurf von Nahverkehrsbahnen (rechtliche Grundlagen, Finanzierung, Trassierung, Stationsgestaltung). Betriebsführung von Nahverkehrsbahnen (Fahrzeug- und Personaleinsatz, Nahverkehrsfahrzeuge). Fahrplanerstellung im Nahverkehr. Grundlagen des Integralen Taktfahrplans. Vorstellung ausgewählter internationaler Projekte.				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Die Studierenden besitzen die Fähigkeit, die am besten geeigneten Methoden und Verfahren zur Lösung von Problemen der Gestaltung von Anlagen des Schienenpersonennahverkehrs auszuwählen. Die Studierenden sind in der Lage, auch schwierige fachspezifische Probleme in diesem Bereich nach wissenschaftlichen Grundsätzen selbstständig zu bearbeiten. Auf Grundlage der erworbenen Kenntnisse und Fähigkeiten sind die Studierenden in der Lage, neue Methoden und Problemlösungen in diesem Bereich zu entwickeln.				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme Empfohlen: Verkehr I (13-J0-M001), Verkehr II (13-J0-M002)				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche Prüfung, Dauer: 20 Min., Standard BWS) 				
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Modulabschlussprüfung(en)				
6	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche Prüfung, Gewichtung: 1) 				
7	Verwendbarkeit des Moduls				
8	Notenverbesserung nach §25 (2)				
9	Literatur Skripte werden zu Beginn der Lehrveranstaltung ausgegeben. Weiterführende Literatur wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.				
Enthaltene Kurse					
	Kurs-Nr. 13-J1-0005-vl	Kursname Nahverkehrsbahnen			
	Dozent/in Prof. Dr.-Ing. Andreas Oetting			Lehrform Vorlesung	SWS 2

Modulname Praxisorientierte Projektierung elektrischer Antriebe (Antriebstechnik für Elektroautos)					
Modul Nr. 18-bi-2120	Leistungspunkte 5 CP	Arbeitsaufwand 150 h	Selbststudium 120 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Sommersemester
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr. techn. Dr.h.c. Andreas Binder		
1	Lerninhalt Inhalt des Vortragsteils: Mono- und Hybridkonzepte - Antriebsmotoren - Hybridstrategien - Elektrische Maschinen (GSM, ASM, SRM, PSM) - Antriebskonzepte - Fahrdynamik - Energiespeicher Inhalt der Seminararbeit: - Simulation eines Straßenfahrzeuges mit elektrischem Antriebsstrang - Gegebenenfalls Vergleich der Rechnung mit Messergebnissen - Präsentation der Seminararbeit				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Nach Abschluss des Moduls haben Studierende Kenntnisse der grundlegenden Auslegungsverfahren für E-Antriebe in Hybrid- und Elektroautomobilen erworben.				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme Bachelor-Abschluss Elektrotechnik oder Mechatronik, "Elektrische Maschinen und Antriebe" und „Leistungselektronik“				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Studienleistung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Standard BWS) Bericht und/oder Präsentation und/oder Kolloquium. Die Art der Prüfung wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.				
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Modulabschlussprüfung				
6	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Studienleistung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100 %) 				
7	Verwendbarkeit des Moduls MSc ETiT, MSc MEC, MSc EPE, MSc WI-ETiT				
8	Notenverbesserung nach §25 (2)				
9	Literatur <ul style="list-style-type: none"> • Vortragsskript • Binder, A.: Elektrische Maschinen und Antriebe • Mitschke, M.: Dynamik der Kraftfahrzeuge, Springer Vieweg 				
Enthaltene Kurse					
	Kurs-Nr. 18-bi-2120-se	Kursname Praxisorientierte Projektierung elektrischer Antriebe (Antriebstechnik für Elektroautos)			
	Dozent/in Prof. Dr. techn. Dr.h.c. Andreas Binder			Lehrform Seminar	SWS 2

Modulname Advanced Vehicle Propulsion Systems					
Modul Nr. 16-03-3114	Leistungspunkte 4 CP	Arbeitsaufwand 120 h	Selbststudium 90 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes 2. Semester
Sprache Englisch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr. techn. Christian Beidl		
1	Lerninhalt Umwelt und Verkehr: Emissionsquellen und Auswirkungen auf die Umwelt durch Verkehr und Mobilität, gesetzliche Randbedingungen Einfluss des Fahrzeugs / Fahrers: physikalische Analyse der Kräfte am Fahrzeug, Energiebilanz, Fahrereinfluss Verbrennungsmotorische Antriebe: thermodynamische Grundlagen, Verbrauch und Abgase/Abgasreinigung, Technologieausblick Elektrische Antriebe: elektrische Maschinen, Energiespeichersysteme, Leistungselektronik Stromversorgung: Energiebedarfsanalyse, Energiequellen und -vorräte, Strommanagement Hybridantriebe: Energiesysteme und Komponenten, Einsparungspotentiale, Systemarchitektur, Betriebsstrategie, unterschiedlichen Fahrzeugkategorien, gesetzliche Randbedingungen Elektrische Antriebe mit Brennstoffzelle: thermodynamische Grundlagen, unterschiedliche Technologien, Wasserstoff als Energieträger, Effizienzbetrachtungen Alternative Kraftstoffe: Notwendigkeit nicht-fossiler Kraftstoffe, alternative Kraftstoffe, Biokraftstoffe, synthetische Kraftstoffe, Elektro-Kraftstoffe Vernetzte Systeme: Szenarien und Kommunikationsmöglichkeiten, Systemarchitektur, Strategien, Fail-Safe-Verhalten, Datensicherheit Schwerpunkte zukünftiger Entwicklungen				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Nachdem die Studierenden die Lerneinheit erfolgreich abgeschlossen haben, sollten sie in der Lage sein: <ol style="list-style-type: none"> 1. Aktuelle Fahrzeugantriebe - im Wissen um die bereits eingesetzten Möglichkeiten zur Abgasreinigung und deren Potenzialen - hinsichtlich Ihres Verbrauchs- und Emissionsverhaltens zu beurteilen. 2. Die CO₂-Potentiale der aktuellen Fahrzeugantriebe im Gesamtsystem und die Entwicklungslimits abzuschätzen. 3. Die notwendigen Kenngrößen und die physikalischen Grundlagen von Antriebssystemen und Fahrzeugen zu erklären. 4. Mit Überblick über die möglichen zukünftigen Fahrzeugantriebe die jeweiligen Potentiale sowie die Nachteile bzw. Probleme beim Einsatz zu erkennen. 5. Die Folgen der alternativen Antriebe hinsichtlich der Energieinfrastruktur einzuschätzen und die Antriebssysteme in ihrer gesamtheitlichen Bedeutung für die Umwelt, die Wirtschaft und das Klima einzuordnen. 				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Standard BWS) Klausur oder mündliche Prüfung [Klausur: 90 min; mündlich: 90 min (pro 4er-Gruppe - 22,5 min / Person)]. Wird zu Beginn der Veranstaltung abhängig von den Umständen (Anzahl der Studierenden, Pandemie etc.) bekanntgegeben.				
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Prüfungsleistung				
6	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100 %) 				
7	Verwendbarkeit des Moduls				

	WPB Master MB II (Kernlehrveranstaltung aus dem Maschinenbau) Master MB II FAS Pflicht Master MB II SP SUR WPB Master PST III (Fächer aus Natur- und Ingenieurwissenschaft für Papiertechnik)		
8	Notenverbesserung nach §25 (2)		
9	Literatur Wird erstellt.		
Enthaltene Kurse			
	Kurs-Nr. 16-03-3114-vl	Kursname Advanced Vehicle Propulsion Systems	
	Dozent/in Prof. Dr. techn. Christian Beidl	Lehrform Vorlesung	SWS 2

Modulname Systemic Evaluation of Air Traffic					
Modul Nr. 16-23-3144	Leistungspunkte 4 CP	Arbeitsaufwand 120 h	Selbststudium 90 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes 2. Semester
Sprache Englisch			Modulverantwortliche Person Dr.-Ing. Jens Schiefele		
1	Lerninhalt Die Vorlesung hat das Ziel, Master Level Studenten ein vollständiges Verständnis über das heutige globale Luftverkehrssystem zu vermitteln. Dazu werden die gesetzlichen Rahmenbedingungen und dessen relevanten Teilnehmer (Flughafen, Airline, Flugsicherung, Passagiere) herausgearbeitet sowie Interaktionen zwischen den Teilnehmern und Interessensüberschneidungen dargelegt. Im Fokus stehen die technische Ausstattung, die operationellen/betrieblichen Abläufe und damit einhergehenden Herausforderungen wie Kapazitätsengpässe, Lärmemissionen oder die wirtschaftliche Lage. Der aktuelle Stand der Forschung (NextGen, SESAR) wird vorgestellt. Eine Vertiefung der Inhalte der Vorlesung findet mit Hilfe von Simulationen und industrierelevanten Beispielen statt.				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Nachdem die Studierenden die Lerneinheit erfolgreich abgeschlossen haben, sollten sie in der Lage sein: <ol style="list-style-type: none"> 1. Die Systemteilnehmer, deren Aufgaben und deren Prozesse zu beschreiben. 2. Das Gesamtsystem und die Schnittstellen zwischen den Teilnehmern herzuleiten. 3. Die systemischen Abhängigkeiten der Systemteilnehmer untereinander einzuordnen. 4. Die heutigen Herausforderungen einzuordnen, Stärken und Schwächen des Systems zu beurteilen und Ansätze zu dessen Weiterentwicklung aufzuzeigen. 5. Die Handlungsoptionen aus dem Stand der Forschung auf zukünftige Probleme zu übertragen. 				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme Keine				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche Prüfung, Dauer: 20 Min., Standard BWS) Mündliche Prüfung 20 min pro Person im Rahmen einer Gruppenprüfung				
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Prüfungsleistung				
6	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche Prüfung, Gewichtung: 100 %) 				
7	Verwendbarkeit des Moduls WPB Master MPE III (Wahlfächer aus Natur- und Ingenieurwissenschaft) WPB Master PST III (Fächer aus Natur- und Ingenieurwissenschaft für Papiertechnik) Master Mechatronik Master of Traffic and Transport				
8	Notenverbesserung nach §25 (2)				
9	Literatur				

Vorlesungspräsentationen verfügbar.

Literatur:

Schmitt, Gollnick: Air Transport System, Springer 2015;

Hirst: The Air Transport System, Woodhead Publishing 2008;

Mensen: Handbuch der Luftfahrt, Springer 2013;

Scheiderer: Angewandte Flugleistung, Springer 2008

Enthaltene Kurse

Kurs-Nr. 16-23-3144-vl	Kursname Systemic Evaluation of Air Traffic		
Dozent/in Dr.-Ing. Jens Schiefele		Lehrform Vorlesung	SWS 2

Modulname Verbrennungskraftmaschinen I					
Modul Nr. 16-03-5010	Leistungspunkte 6 CP	Arbeitsaufwand 180 h	Selbststudium 135 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Wintersemester
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr. techn. Christian Beidl		
1	Lerninhalt Allgemeines: geschichtlicher Rückblick, wirtschaftliche und ökologische Bedeutung, Einteilung der Verbrennungsmotoren. Grundlagen des motorischen Arbeitsprozesses: Carnot-Prozess, Gleichraumprozess, Gleichdruckprozess, Seiliger-Prozess. Konstruktive Grundlagen: Kurbelwelle, Pleuel, Lagerung, Kolben, Kolbenringe, Kolbenbolzen, Laufbuchse, Zylinderkopfdichtung, Zylinderkopf, Ladungswechsel. Kenngrößen: Mitteldruck, Leistung, Drehmoment, Kraftstoffverbrauch, Wirkungsgrad, Zylinderfüllung, Luftverhältnis, Kinematik des Kurbeltriebs, Verdichtungsverhältnis, Kennfelder, Hauptabmessungen. Kraftstoffe: Chemischer Aufbau, Eigenschaften, Heizwert, Zündverhalten, Herstellung, alternative Kraftstoffe. Allgemeine Grundlagen der Gemischbildung: Ottomotor, Dieselmotor, Verteilung, Aufbereitung. Gemischbildung beim Ottomotor: Vergaser, elektronische Einspritzung, HCCI (Homogeneous Charge Compression Ignition). Zündung beim Ottomotor: Anforderungen, Zündkerze, Zündanlagen, Magnetzündung, Klopfregelung. Gemischbildung beim Dieselmotor: Grundlagen, verschiedene Verfahren, Gemischaufbereitung, Einspritzsysteme.				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Nachdem die Studierenden die Lerneinheit erfolgreich abgeschlossen haben, sollten sie in der Lage sein: <ol style="list-style-type: none"> 1. Die Funktionsweise und den Aufbau von Verbrennungsmotoren (angefangen vom kleinen Modellbau-Zweitakter bis zum Schiffsdieselmotor) zu erklären. 2. Die physikalischen Grundlagen von Verbrennungsmotoren zu erklären. 3. Die notwendigen Kenngrößen zu entwickeln und zur Charakterisierung von Motoren anzuwenden. 4. Die wirtschaftliche und ökologische Bedeutung von Verbrennungsmaschinen zu erklären. 5. Die thermodynamischen Grundlagen von Verbrennungsmaschinen bei der Entwicklung neuer Antriebskonzepte anzuwenden. 6. Die Grundlagen der Konstruktion von Verbrennungsmaschinen zu beschreiben. 7. Die Wechselwirkung von Kraftstoff, Gemischbildung und Verbrennung zu analysieren und zu bewerten. 8. Die Unterschiede in der Gemischbildung und Entflammung bei Ottomotoren und bei Dieselmotoren zu erklären. 9. Die Zündung beim Ottomotor zu erklären. 				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Standard BWS) Klausur oder mündliche Prüfung [Klausur: 90 min; mündlich: 90 min (pro 4er-Gruppe - 22,5 min / Person)]. Wird zu Beginn der Veranstaltung abhängig von den Umständen (Anzahl der Studierenden, Pandemie etc.) bekanntgegeben.				
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Prüfungsleistung				
6	Benotung				

	Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100 %) 		
7	Verwendbarkeit des Moduls WP Bachelor MB Bachelor Mechatronik		
8	Notenverbesserung nach §25 (2)		
9	Literatur VKM I - Skriptum, erhältlich im Sekretariat		
Enthaltene Kurse			
	Kurs-Nr. 16-03-5010-vl	Kursname Verbrennungskraftmaschinen I	
	Dozent/in Prof. Dr. techn. Christian Beidl	Lehrform Vorlesung	SWS 3

Modulname Verbrennungskraftmaschinen II					
Modul Nr. 16-03-5020	Leistungspunkte 6 CP	Arbeitsaufwand 180 h	Selbststudium 135 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Sommersemester
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr. techn. Christian Beidl		
1	Lerninhalt <ul style="list-style-type: none"> • Motorelektronik: Aufgaben, Aufbau und Struktur, Aktuatoren und Sensoren, Grundfunktionen, Bedatung, Zugang • Entflammung und Verbrennung von Kohlenwasserstoffen: Kinetische Gastheorie, Entflammung und Verbrennung, Zusammenhang zwischen Druck und Brennverlauf, Wirkungsgrade, normale Verbrennung (Otto / Diesel), abnormale Verbrennung, Brennraumform und Brennverfahren • Abgas: Abgaskomponenten, Schädlichkeit, Entstehung, Einfluß des Betriebspunktes, Reduktion der motorischen Abgas, Abgasnachbehandlung, Messsysteme, Testverfahren • Ladungswechsel: Einfluß des Ladungswechsels, Steuerungsorgane, Nockenwellentriebe, Auslegung des Ladungswechsels, variable Ventilsteuerung, spezielle Ventiltriebe • Aufladung: Eigenschaften und Vorteile, Möglichkeiten, Auslegungskriterien, mehrstufige Aufladung, ausgeführte Varianten • Geräusch: Grundsätzliches, Geräuschquellen, Maßnahmen, gesetzliche Bestimmungen • Hybrid: Grundlagen, Hybridfunktionen, Einteilung, Komponenten, Herausforderungen, Entwicklungsmethoden und Zertifizierung, ausgeführte Varianten • Indizierung: Messkette, Druckmessung, Bestimmung des Zylindervolumens, Auswertung, Heizverläufe, charakteristische Ergebnisse • Design of Experiments 				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Nachdem die Studierenden die Lerneinheit erfolgreich abgeschlossen haben, sollten sie in der Lage sein: <ol style="list-style-type: none"> 1. Die Differenziertheit der Arbeitsweisen von Verbrennungsmotoren zu erklären und die Prozesse theoretisch zu beschreiben. 2. Brennräume in Kenntnis des Zusammenhangs von Brennraumform, Brennverfahren und Entflammung zu gestalten. 3. Die Entstehung von Emissionen (Abgas, Geräusch) durch Motoren zu umschreiben und deren Vermeidung zu beschreiben. 4. Den Ladungswechsel bei Verbrennungsmotoren zu erklären und Varianten zu identifizieren als Basis um Motoren weiterzuentwickeln. 5. Die Bedeutung der Aufladung und der unterschiedlichen Varianten zu erkennen. 6. Die Hybridtechnologie zu erklären. 7. Spezifische Messverfahren im Bereich der Motorenoptimierung (Indizierung, Design of Experiments) wiederzugeben. 				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme Keine				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Standard BWS) schriftlich oder mündlich (wahlweise) schriftlich: 1 h 30 min; mündlich: 1 h 30 min (pro 4er-Gruppe)				
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten				

	Bestehen der Prüfungsleistung		
6	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100 %) 		
7	Verwendbarkeit des Moduls WPB Master MPE II (Kernlehrveranstaltungen aus dem Maschinenbau) Master Mechatronik		
8	Notenverbesserung nach §25 (2)		
9	Literatur VKM II - Skriptum, erhältlich im Sekretariat		
Enthaltene Kurse			
	Kurs-Nr. 16-03-5020-v1	Kursname Verbrennungskraftmaschinen II	
	Dozent/in Prof. Dr. techn. Christian Beidl	Lehrform Vorlesung	SWS 3

Modulname Energy Converters - CAD and System Dynamics					
Modul Nr. 18-bi-2010	Leistungspunkte 7 CP	Arbeitsaufwand 210 h	Selbststudium 135 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Wintersemester
Sprache Englisch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr. techn. Dr.h.c. Andreas Binder		
1	Lerninhalt Entwurf von Käfig- und Schleifringläufer-Asynchronmaschinen: Berechnung der Kräfte, Drehmomente, Verluste, Wirkungsgrad, Kühlung und Erwärmung. Dynamisches Betriebsverhalten von stromrichter gespeisten Gleichstrommaschinen und netz- und umrichter gespeisten Drehfeldmaschinen. Anwendung der Raumzeigertheorie auf Stosskurzschluss, Lastsprünge, Hochlauf. Beschreibung der E- Maschinen als Regelstrecken für die Automatisierung. In den Übungen wird der analytische Entwurf von E-Maschinen vertieft und mit Computerprogrammen ergänzt. Die transiente Berechnung elektrischer Maschinen mit Hilfe der Laplace-Transformation und mit dem Programmpaket MATLAB/Simulink wird geübt.				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage, <ol style="list-style-type: none"> 1. den elektromagnetischen Entwurf von Asynchronmaschinen selbständig analytisch und mit einem Auslegungsprogramm durchführen und erläutern zu können, 2. das thermische Betriebsverhalten elektrischer Antriebe zu verstehen und einfache Temperatur-Prognosen selbst durchführen zu können, 3. das instationäre Betriebsverhalten von Gleichstrommaschinen zu verstehen und für fremderregte Antriebe vorausberechnen zu können 4. den dynamischen Betrieb von Drehfeldmaschinen anhand des Raumzeigerkalküls vorhersagen und mit dem Programm MATLAB/Simulink berechnen zu können. 				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme Bachelor-Abschluss Elektrotechnik, elektrische Energietechnik oder Vergleichbares				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Dauer: 120 Min., Standard BWS) 				
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Modulabschlussprüfung				
6	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Gewichtung: 100 %) 				
7	Verwendbarkeit des Moduls MSc ETiT, MSc MEC, MSc EPE				
8	Notenverbesserung nach §25 (2) Es wird zu Beginn des Semesters angekündigt, ob es vorlesungsbegleitende Hausaufgaben gibt, die eine Notenverbesserung ermöglichen.				
9	Literatur				

Ausführliches Skript und Aufgabensammlung; PowerPoint-Folien

- W. Leonhard: Control of electrical drives, Springer Vieweg, 2001
- A. Fitzgerald, A. Kusko, C. Kingsley: Electric machinery, McGraw-Hill, 2002
- G. McPherson: An Introduction to Electrical Machines and Transformers, Wiley, 1990
- M. Say: Alternating Current Machines, Wiley, 1983
- M. Say, E. Taylor: Direct Current Machines, Pitman, 1986
- P. Vas: Vector Control of AC Machines, Oxford Univ. Press, 1990
- D. Novotny, T. Lipo: Vector Control and Dynamics of AC Drives, Clarendon, 1996

Enthaltene Kurse

Kurs-Nr. 18-bi-2010-vl	Kursname Energy Converters - CAD and System Dynamics		
Dozent/in Prof. Dr. techn. Dr.h.c. Andreas Binder		Lehrform Vorlesung	SWS 3
Kurs-Nr. 18-bi-2010-ue	Kursname Energy Converters - CAD and System Dynamics		
Dozent/in Prof. Dr. techn. Dr.h.c. Andreas Binder		Lehrform Übung	SWS 2

2.2.1 Mini-Forschungsprojekt

Modulname Mini-Forschungsprojekt "Energieeffiziente Mobilitäts- und Transportkonzepte"					
Modul Nr. 18-en-2021	Leistungspunkte 5 CP	Arbeitsaufwand 150 h	Selbststudium 120 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes Semester
Sprache Deutsch/Englisch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr.-Ing. Gerd Griepentrog		
1	<p>Lerninhalt</p> <p>Das Mini-Forschungsprojekt wird in einem Fachgebiet oder Institut eines am Studienbereich Energy Science and Engineering beteiligten Fachbereichs durchgeführt.</p> <p>Der Inhalt der zu bearbeitenden Fragestellung ist in Absprache mit dem jeweiligen Lehrenden festzulegen und orientiert sich an aktuellen, energierelevanten wissenschaftlichen Fragestellungen mit Bezug zum Themenbereich „Energieeffiziente Mobilitäts- und Transportkonzepte“. Idealerweise erfordert die Aufgabenstellung eine interdisziplinäre Herangehensweise.</p> <p>Der/die Studierende wird zu einer weitestgehend eigenständigen Bearbeitung der Themenstellung angeleitet.</p>				
2	<p>Qualifikationsziele / Lernergebnisse</p> <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • sind kompetent in der selbständigen Einarbeitung in das Thema der Aufgabenstellung im Themenbereich „Energieeffiziente Mobilitäts- und Transportkonzepte“ sowie in der Dokumentation und Präsentation ihrer Arbeit • sind befähigt, die im Studium erworbenen Kenntnisse und Fähigkeiten mit Fragestellungen der aktuellen Forschung zu verbinden • können forschungsnahe Experimente oder Projektarbeiten eigenständig strukturieren, planen und durchführen • wählen zur Bearbeitung einer Aufgabenstellung adäquate Hilfsmittel und Methoden aus und setzen diese ein bzw. wenden diese an • können die erhaltenen Ergebnisse unter Berücksichtigung des aktuellen Forschungsstands einschätzen und angemessen interpretieren • sind in der Lage, die konkreten Fragestellungen, Lösungsvorschläge, unternommene Arbeitsschritte und die erhaltenen Ergebnisse in einer Präsentation sowie einem schriftlichen Bericht in wissenschaftlichem Stil vorzustellen und in der entsprechenden Fachsprache zu diskutieren • sollen nach dem absolvieren des Moduls in der Lage sein, auch umfangreichere Forschungs- und Entwicklungsprojekte selbständig durchzuführen 				
3	<p>Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme</p> <p>B.Sc. in einer Natur-oder Ingenieurwissenschaft</p>				
4	<p>Prüfungsform</p> <p>Modulabschlussprüfung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Studienleistung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Standard BWS) <p>Bericht und/oder Präsentation. Die Art der Prüfung wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.</p>				
5	<p>Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten</p> <p>Bestehen der Modulabschlussprüfung</p>				
6	<p>Benotung</p> <p>Modulabschlussprüfung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Studienleistung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100 %) 				

7	Verwendbarkeit des Moduls M.Sc. Energy Science and Engineering		
8	Notenverbesserung nach §25 (2)		
9	Literatur Wird bei der Aufgabenstellung bekanntgegeben bzw. ist durch eigene Recherche zu ermitteln		
Enthaltene Kurse			
	Kurs-Nr. 18-en-2021-pj	Kursname Mini-Forschungsprojekt "Energieeffiziente Mobilitäts- und Transportkonzepte"	
	Dozent/in Prof. Dr.-Ing. Gerd Griepentrog	Lehrform Projektseminar	SWS 2

2.3 Themenbereich Materialien für energietechnische Prozesse

Modulname Chemie anorganischer Festkörper I (M.AC6)					
Modul Nr. 07-03-0025	Leistungspunkte 3 CP	Arbeitsaufwand 90 h	Selbststudium 60 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Dr. rer. nat. Kathrin Hofmann		
1	Lerninhalt Charakteristika anorganischer Festkörper, kooperative Phänomene, kristalliner Zustand; Präparative Methoden (Hochtemperatur- und Hochdrucksynthese, Einkristallzucht, Chemischer Transport, Solvothermalsynthese, Sol-Gel-Verfahren, Topochemische Reaktionen, Dünne Schichten); Symmetrie, Kristallographie, Strukturtypen; Struktur und Bindung (Nichtmetalle, Metalle, kovalente, ionische und intermetallische Verbindungen); Strukturbestimmende Faktoren (Isosteriebeziehungen, Elektronenmangelverbände, Gitterenergie, Raumerfüllung, Radienkriterien, elektrostatische Valenz, Kristallfeldeffekte, Polarisierungseffekte, Kugelpackungen und Lückenbesetzung, Polyederverknüpfung, Substitutionsmischkristalle, Überstrukturen, Valenzelektronenkonzentration); Struktur-Eigenschaftsbeziehungen (Piezoelektrizität, Ferroelektrizität, Magnetismus, Ionenleitung, Halbleiter, Härte); Reaktivität im Festkörper (Fehlerkonzept, Nichtstöchiometrie, Punktfehler, Scherstrukturen); Thermodynamische Stoffcharakterisierung (Phasendiagramme, Phasenumwandlungen); Spezielle Verbindungsklassen (Perowskite, Spinelle, Silicate, HT-Supraleiter); Elektronische Struktur von Festkörpern (Bändermodell, Zustandsdichten, Bandlücken).				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Studierende verstehen die Zusammenhänge zwischen Aufbau, Bindungscharakter und Eigenschaften anorganischer Festkörper, um das Potential chemischer und struktureller Differenzierung von Materialien, auch im Hinblick auf eine Funktionalisierung und Anwendung, erkennen und einsetzen zu lernen.				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Dauer: 90 Min., Standard BWS) Fachprüfung, Klausur 90 Minuten				
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestandene Fachprüfung				
6	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Gewichtung: 100 %) 				
7	Verwendbarkeit des Moduls Hauptfach-, Vertiefungsbereich des M. Sc. Chemie und Wahlbereich aller Studiengänge				
8	Notenverbesserung nach §25 (2)				
9	Literatur vgl. Verweise im Internetangebot des Instituts				
Enthaltene Kurse					

Kurs-Nr. 07-03-0007-v1	Kursname Chemie anorganischer Festkörper I (M.AC6)		
Dozent/in Dr. rer. nat. Kathrin Hofmann		Lehrform Vorlesung	SWS 2

Modulname Functional Materials					
Modul Nr. 11-01-4104	Leistungspunkte 6 CP	Arbeitsaufwand 180 h	Selbststudium 120 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes 2. Semester
Sprache Englisch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr.-Ing. Oliver Gutfleisch		
1	Lerninhalt Functional Materials and specific devices: <ul style="list-style-type: none"> • Conductivity in metals, • Semiconductors, • Thermoelectricity, • Organic semiconductors, • Ionic conductors, • Dielectric and ferroelectric materials, • Introduction to magnetism and magnetic materials, • Magnetic materials and their applications (permanent and soft magnets), • Magnetocaloric materials, • Metal Hydrides, • Superconductors. 				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Gaining knowledge of the most important principles in the before mentioned material classes. Focusing not only on the physical principles but also materials synthesis and application of the most important functional materials. Furthermore applications of these material classes will be discussed. The students will be able to develop and characterise simple devices constructed from the above mentioned materials.				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme recommended: good knowledge of Materials Science I-VI (Bachelor course), knowledge of basic solid state physics				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Standard BWS) 				
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten passing of exam				
6	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Gewichtung: 1) 				
7	Verwendbarkeit des Moduls M.Sc. Materials Science: Mandatory Course Materials Science. In order to avoid doubling of curricular elements, students who graduated from TU Darmstadt with a Bachelor in Materials Science within the study regulations from 2008 are NOT allowed to take this module for credit and must instead take more Elective Courses Materials Science to compensate for the missing 6 CP.				
8	Notenverbesserung nach §25 (2)				
9	Literatur				

1. K.Nitzsche, H.-J.Ullrich, „Funktionswerkstoffe der Elektrotechnik und Elektronik“, Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, Leipzig (1993).
2. O. Kasap, “Principles of Electronic Materials and Devices”, Mcgraw-Hill Publ. Comp. (2005).
3. Rolf E.Hummel, „Electronic properties of materials“, Springer Verlag (1993).
4. J.C.Anderson et al., „Materials Science“, Chapman & Hall Verlag (1990).
5. C.Kittel, „Einführung in die Festkörperphysik“, 14. Auflage, Oldenburg Verlag, München (2006).
6. H.Ibach, H.Lüth, "Festkörperphysik", 6. Auflage, Springer Verlag, Berlin (2002).
7. E.A.Silins, V.Capek, "Organic molecular crystals" , AIP Press (1994).
8. W.Brütting, "Physics of organic semiconductors", Wiley- VCH (2005).
9. W.Buckel, R.Kleiner „Supraleitung“, 6. Auflage, Wiley-VCH Verlagsgesellschaft (2004).
10. J. M. D. Coey, “Magnetism and Magnetic Materials”, Cambridge University Press (2010).
11. B. D. Cullity, “Introduction to Magnetic Materials”, Wiley-IEEE Press (2008).
12. O'Handley, “Modern magnetic materials: principles and applications”, Wiley & Sons (2000)
13. Darren P. Broom, “Hydrogen Storage Materials: The characterisation of Their Storage Properties (Green Energy and Technology)”, Springer (2011).

Enthaltene Kurse

Kurs-Nr. 11-01-1036-vl	Kursname Functional Materials		
Dozent/in Prof. Dr.-Ing. Oliver Gutfleisch		Lehrform Vorlesung	SWS 4

Modulname Grenzflächenverfahrenstechnik					
Modul Nr. 16-15-5050	Leistungspunkte 4 CP	Arbeitsaufwand 120 h	Selbststudium 90 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr. rer. nat. Steffen Hardt		
1	Lerninhalt Thermodynamik der Grenzflächen, Randwinkel, Benetzung, Filmbeschichtung, Kolloidale Lösungen, Brown'sche Molekularbewegung, Viskosität von Dispersionen, Elektrolytsysteme, Leitfähigkeiten, Elektrolyse, Strom-Spannungs-Kurven, Elektrodialyse, DLVO-Theorie, Kolloidstabilität. Schäume, Emulsionen, Dispersionen.				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Nachdem die Studierenden die Lerneinheit erfolgreich abgeschlossen haben, sollten sie in der Lage sein: 1. Verschiedene wissenschaftliche Sichtweisen auf Grenzflächensysteme zu diskutieren. 2. Randwinkelphänomene zu erklären und zu beurteilen. 3. Kapillare Effekte zu analysieren und zu erklären. 4. Partikelbeladene Strömungen zu analysieren und zu modellieren. 5. Die Stabilität kolloidaler Systeme auf Grundlage der DLVO-Theorie zu beurteilen.				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme Der Besuch der Veranstaltung erfordert Vorkenntnisse auf dem Gebiet der Thermodynamik und der Strömungsmechanik.				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche Prüfung, Dauer: 30 Min., Standard BWS) Mündliche Prüfung 30 min				
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Prüfungsleistung				
6	Benotung Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche Prüfung, Gewichtung: 100 %)				
7	Verwendbarkeit des Moduls Master PST Pflicht WPB Master MPE III (Wahlfächer aus Natur- und Ingenieurwissenschaft) Master MB II SP CEPE				
8	Notenverbesserung nach §25 (2)				
9	Literatur Skript wird in Moodle bereitgestellt.				
Enthaltene Kurse					
	Kurs-Nr. 16-15-5050-vl	Kursname Grenzflächenverfahrenstechnik			
	Dozent/in Prof. Dr. rer. nat. Steffen Hardt			Lehrform Vorlesung	SWS 2

Modulname Heterogene Katalyse (M.TC5)					
Modul Nr. 07-06-0006	Leistungspunkte 3 CP	Arbeitsaufwand 90 h	Selbststudium 60 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes 3. Semester
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr.-Ing. Bastian Etzold		
1	Lerninhalt Die Heterogene Katalyse ist eine der bedeutsamsten Zukunftstechnologien, da sie wie kein anderes technisches Prinzip die ökonomische und ökologische Wertschöpfung miteinander verbindet. Die meisten industriell durchgeführten Reaktionen zur Produktion von Grundstoffen, Zwischen- und Endprodukten verlaufen nur in Gegenwart von Katalysatoren. In der Vorlesung werden folgende wichtigen Aspekte der heterogenen Katalyse betrachtet: Historie und Grundlagen heterogenen katalysierter Verfahren Reaktionstechnische Beschreibung der Oberflächenkinetik; Energetische Aspekte und aktive Zentren; Strukturelle Aspekte und Struktursensitivität; Einfluss des Trägers in der heterogenen Katalyse; Die Bedeutung von Promotoren; Mechanismen der Desaktivierung und Konzepte zur Vermeidung; Bedeutung der Charakterisierung in der Katalysatorforschung				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Die Studierenden sind in der Lage, auf der Basis grundsätzlicher Katalysekonzepte und unter Berücksichtigung wichtiger Resultate der modernen Katalysatorforschung heterogene Katalysatoren je nach Anwendungsfall zu verstehen und weiterzuentwickeln.				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Standard BWS) Fachprüfung, Klausur (120 Minuten) oder mündliche Prüfung (20 Minuten), wird in Abhängigkeit der Teilnehmendenanzahl zu Vorlesungsbeginn bekanntgegeben				
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestandene Fachprüfung				
6	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100 %) 				
7	Verwendbarkeit des Moduls Vertiefungsbereich Hauptfach Technische Chemie, Wahlpflichtbereiche				
8	Notenverbesserung nach §25 (2)				
9	Literatur Hagen „Technische Katalyse“, Wiley-VCH, 1996 Thomas & Thomas “Principles and Practice of Heterogeneous Catalysis”, Wiley-VCH, 1997				
Enthaltene Kurse					
	Kurs-Nr. 07-06-0006-vl	Kursname Heterogene Katalyse (M.TC5)			
	Dozent/in Prof. Dr.-Ing. Bastian Etzold			Lehrform Vorlesung	SWS 2

Modulname Magnetism and Magnetic Materials					
Modul Nr. 11-01-2001	Leistungspunkte 4 CP	Arbeitsaufwand 120 h	Selbststudium 90 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes 2. Semester
Sprache Englisch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr. rer. nat. Lambert Alff		
1	Lerninhalt <ul style="list-style-type: none"> • Basic notions of magnetism • Magnetism in atoms and ions • Magnetism in metallic materials • Crystal field symmetry and Exchange Interaction • Magnetically ordered structures • Magnetic order, symmetry and phase transitions • Micromagnetism and domain behavior • Experimental methods in magnetism • Selected (hot) topics from current research 				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse The student is able to remember the basic notions of magnetism for a broad range of situations and materials. The student has the competence to differentiate different types of magnetism and their origin, and to correlate them with materials properties. He/she is qualified to evaluate experimental and theoretical methods for goal-oriented research in the area of magnetism and magnetic materials. The student remembers modern magnetic materials and their use in current applications. The student has a first insight in modern research in magnetism and magnetic materials and a beginner's competence to follow advanced textbooks and scientific literature.				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme recommended: module „Quantum Mechanics for Materials Science”				
4	Prüfungsform Bausteinbegleitende Prüfung: <ul style="list-style-type: none"> • [11-01-2001-vl] (Fachprüfung, Fachprüfung, Standard BWS) 				
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten passing of exam				
6	Benotung Bausteinbegleitende Prüfung: <ul style="list-style-type: none"> • [11-01-2001-vl] (Fachprüfung, Fachprüfung, Gewichtung: 1) 				
7	Verwendbarkeit des Moduls M.Sc. Materials Science: Elective Courses Materials Science				
8	Notenverbesserung nach §25 (2)				
9	Literatur <ol style="list-style-type: none"> 1. S. Blundell: Magnetism in Condensed Matter, Oxford University Press (2001) 2. J. M.D. Coey: Magnetism and Magnetic Materials, Cambridge University Press (2009) 3. D. Jiles: Introduction to Magnetism and Magnetic Materials, Chapman & Hall (2001) 4. R. Skomski: Simple Models of Magnetism, Oxford University Press (2008) 5. N. Spaldin, Magnetic Materials, Cambridge University Press (2006) 6. L. Alff, Magnetismus und magnetische Materialien, Lecture notes (2004) 				
Enthaltene Kurse					

Kurs-Nr. 11-01-2001-v1	Kursname Magnetism and Magnetic Materials		
Dozent/in Prof. Dr. rer. nat. Lambert Alff		Lehrform Vorlesung	SWS 2

Modulname Materials Science of Thin Films					
Modul Nr. 11-01-2004	Leistungspunkte 4 CP	Arbeitsaufwand 120 h	Selbststudium 90 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes 2. Semester
Sprache Englisch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr. rer. nat. Lambert Alff		
1	Lerninhalt <ul style="list-style-type: none"> • Introduction to thin film technology • Nucleation: Thermodynamics and kinetics • Structure and strain • Thermal Evaporation • Sputtering • Chemical vapor deposition (CVD) • Molecular beam epitaxy (MBE) • Pulsed laser deposition (PLD) • Thin film deposition of oxides • Thin films for solar cells 				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse The student has gained a broad overview on and remembers relevant thin film deposition methods. He/she is able to identify the advantages and disadvantages of each deposition method for different applications and needs. The student has the competence to apply fundamental thin film science to novel materials. The student has the competence to differentiate different types of deposition methods according to their physical and chemical principles. He/she is qualified to evaluate thin film methods for goal-oriented research in the diverse fields of thin film applications. The student has a first insight in modern research in thin films and a beginner's competence to follow advanced textbooks and scientific literature.				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme none				
4	Prüfungsform Bausteinbegleitende Prüfung: <ul style="list-style-type: none"> • [11-01-2004-vl] (Fachprüfung, Fachprüfung, Standard BWS) 				
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten passing of exam				
6	Benotung Bausteinbegleitende Prüfung: <ul style="list-style-type: none"> • [11-01-2004-vl] (Fachprüfung, Fachprüfung, Gewichtung: 1) 				
7	Verwendbarkeit des Moduls M.Sc. Materials Science: Elective Courses Materials Science				
8	Notenverbesserung nach §25 (2)				
9	Literatur <ol style="list-style-type: none"> 1. M. Ohring: Materials Science of Thin Films, Academic Press (2002) 2. L. B. Freund and S. Suresh: Thin Film Materials, Cambridge University Press (2003). 3. R. Eason (Ed.): Pulsed Laser Deposition of Thin Films, Wiley (2007) 4. 17. IFF-Ferienkurs: Dünne Schichten und Schichtsysteme, Forschungszentrum Jülich (1986) 				
Enthaltene Kurse					

Kurs-Nr. 11-01-2004-v1	Kursname Materials Science of Thin Films		
Dozent/in Prof. Dr. rer. nat. Lambert Alff		Lehrform Vorlesung	SWS 2

Modulname Semiconductor Interfaces					
Modul Nr. 11-01-8162	Leistungspunkte 4 CP	Arbeitsaufwand 120 h	Selbststudium 90 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes 2. Semester
Sprache Englisch			Modulverantwortliche Person Apl. Prof. Dr. rer. nat. Andreas Klein		
1	Lerninhalt <ul style="list-style-type: none"> • Carrier concentrations in semiconductors • Excess carriers and carrier recombination • Space charge layers • Schottky diodes and p/n-junctions • Charge transport characteristics of semiconductor diodes • Solar cells, light emitting diodes, semiconductor lasers • Barrier formation at semiconductor interfaces 				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse The student is able to remember the basic notions of semiconductor physics including carrier concentrations in thermal equilibrium and non-equilibrium situations. The student has the competence to develop energy band diagrams and understand the function of all basic semiconductor structures. He/she is qualified to evaluate semiconductor devices and remembers most important semiconductor materials, their properties and their use in current applications. The student is aware of several materials limitations of semiconductor devices.				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme recommended: fundamentals of solid state physics				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Standard BWS) 				
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten passing of exam				
6	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Gewichtung: 1) 				
7	Verwendbarkeit des Moduls M.Sc. Materials Science: Elective Courses Materials Science				
8	Notenverbesserung nach §25 (2)				
9	Literatur <ol style="list-style-type: none"> 1. Klein, Semiconductor Interface, Lecture Notes (2009) 2. S.M. Sze, and K.K. Ng: Physics of Semiconductor Devices, John Wiley & Sons, Hoboken (2007) 3. P.Y. Yu, and M. Cardona: Fundamentals of Semiconductors. Physics and Materials Properties, Springer, Berlin (2001) 				
Enthaltene Kurse					
	Kurs-Nr. 11-01-8162-vl	Kursname Semiconductor Interfaces			
	Dozent/in Apl. Prof. Dr. rer. nat. Andreas Klein			Lehrform Vorlesung	SWS 2

Modulname Surfaces and Interfaces					
Modul Nr. 11-01-4105	Leistungspunkte 5 CP	Arbeitsaufwand 150 h	Selbststudium 105 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes 2. Semester
Sprache Englisch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr. rer. nat. Jan Hofmann		
1	Lerninhalt <ul style="list-style-type: none"> • surfaces of solids: thermodynamics of surface formation, structure of surfaces, electronic structure of surface and surface potentials • kinetics of surface reactions: physisorption and chemisorption, surface diffusion, surface reactions and catalysis • internal surfaces: structural models, thermodynamics of internal surfaces, epitaxy and growth modes • solid/electrolyte interfaces: thermodynamics and electrochemical double layers, thermodynamics of electrochemical reactions, kinetics of electrochemical reactions, corrosion and corrosion modes 				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse The student is able to understand and treat the specific effects of surfaces and interfaces in materials science, he/she differentiates between thermodynamically and kinetically determined properties, he/she knows the important terms and definitions and related theoretical concepts used in surface/interface science and electrochemistry, he/she has reached a conceptual understanding how surfaces/interfaces affect the properties of presented devices, he/she will reach a materials science related understanding of electrochemical processes, he/she will be able to transfer this knowledge to any future envisaged problems and materials, the student has reached the competence to differentiate between bulk and surface effects in devices and to correlate them with material's properties, he/she is qualified to evaluate experimental and theoretical methods in his/her possible future research involving surface/interface effects and electrolyte interfaces, he/she will have the competence to follow advanced textbooks and scientific literature.				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme recommended: elementary knowledge in physics, especially quantum mechanics and solid state physics				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Standard BWS) 				
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten passing of exam				
6	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100 %) 				
7	Verwendbarkeit des Moduls M.Sc. Materials Science: compulsory module				
8	Notenverbesserung nach §25 (2)				
9	Literatur				

1. H. Lüth, "Surfaces and Interfaces of Solid Materials", Springer Verlag (1995)
2. K. Christmann, "Introduction to Surface Physical Chemistry", Steinkopff Verlag Darmstadt, Springer Verlag New York (1991)
3. H.D. Dörfler, "Grenzflächen und Kolloidchemie" VCH-Verlagsgesellschaft (1994)
4. Zangwill, "Physics at Surfaces", Cambridge University Press
5. E.S. Machlin, "Thermodynamics and Kinetics", Columbia University New York
6. M.Henzler, W.Göpel, "Oberflächenphysik des Festkörpers", Teubner Stuttgart (1991)
7. M.A. Herman, H. Sitter, "Molecular Beam Epitaxy", Springer-Verlag (2nd Ed.)
8. Carl H. Hamann, W. Vielstich "Elektrochemie", Wiley VCH, (3. Aufl.)
9. Helmut Kaesche, "Die Korrosion der Metalle", Springer-Verlag (3. Aufl.)

Enthaltene Kurse

Kurs-Nr. 11-01-7922-v1	Kursname Surfaces and Interfaces		
Dozent/in Prof. Dr. rer. nat. Jan Hofmann	Lehrform Vorlesung	SWS 3	

Modulname Werkstoffherstellung und -verarbeitung					
Modul Nr. 11-01-1038	Leistungspunkte 5 CP	Arbeitsaufwand 150 h	Selbststudium 105 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr.-Ing. Oliver Gutfleisch		
1	Lerninhalt <ul style="list-style-type: none"> • Bauteildesign basierend auf Materialeigenschaften • Rohstoffgewinnung und -verarbeitung • Gussverfahren • Sintertechnologie • Beschichtungs- und Dünnschichtverfahren • Umformvorgänge • Fügeverfahren • Recycling und Ressourceneffizienz 				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Der/die Studierende bekommt einen ersten Einblick in die Techniken der Rohstoffgewinnung und der darauffolgenden Verarbeitungstechniken zur Herstellung von Materialien und Bauteilen auf schmelz- oder pulvermetallurgischem Weg. Dies schließt eine Behandlung von relevanten theoretischen Grundlagen mit ein. Dem/der Studierenden gelingt es, Parallelen zu ziehen zwischen Prozessierung und Eigenschaften von Materialien. Er/sie erwirbt eine erste Qualifikation, materialspezifische Verarbeitungsrouten für das Design und die Herstellung von Bauteilen auszuwählen. Außerdem bekommt er/sie ein erweitertes Level an Kompetenz zur Auswahl und Anwendung von angemessenen Beschichtungs- und Fügeverfahren. Begleitend zu den genannten Themenschwerpunkten werden dem Studenten/der Studentin die Themen Ressourcenschonung und Recycling näher gebracht.				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme empfohlen: Grundlagen der Material- und Ingenieurwissenschaft				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Standard BWS) 				
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Prüfung				
6	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100 %) 				
7	Verwendbarkeit des Moduls B.Sc. Materialwissenschaft: Pflichtmodul				
8	Notenverbesserung nach §25 (2)				
9	Literatur				

1. Werkstoffwissenschaft und Fertigungstechnik. Eigenschaften, Vorgänge, Technologien. Ilshner, Singer. Springer-Verlag, Berlin
2. Manufacturing with Materials, Edwards, Edean, Butterworth
3. Materials Science and Engineering, R. W. Cahn et al. VCH-Verlag
4. Handbuch der Fertigungstechnik, G. Spur, Hanser-Verlag
5. The Production of Inorganic Materials, J. W. Evans, L. C. DeJonghe, Mc Millan
6. Materials for Engineering, J. W. Martin. The Institute of Materials, London
7. Werkstoffkunde und Werkstoffprüfung, W. Domke. Verlag W. Girardet, Essen
8. Werkstofftechnik - Teil 2: Anwendung, W. Bergmann. Hanser Studien Bücher

Enthaltene Kurse

Kurs-Nr. 11-01-9312-v1	Kursname Werkstoffherstellung und -verarbeitung		
Dozent/in Prof. Dr.-Ing. Oliver Gutfleisch	Lehrform Vorlesung	SWS 3	

Modulname Angewandte Supraleitung					
Modul Nr. 18-bf-2030	Leistungspunkte 3 CP	Arbeitsaufwand 90 h	Selbststudium 60 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Sommersemester
Sprache Deutsch/Englisch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr. Oliver Boine-Frankenheim		
1	Lerninhalt <ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen und Modellierung der elektrischen Leitfähigkeit für DC und HF • Kamerlingh-Onnes experiment, Meissner Effekt, London Gleichungen • Supraleiter Zustandsdiagramm (Phasendiagramm) • Einführung in Ginzburg-Landau Theorie (bei Bedarf auch: Einführung in die Quantenmechanik) • Typ I / II Supraleiter, Flussquantisierung, Flussschläuche • Supraleitende Kabel • Supraleiter Magnetisierung, Hysterese, Bean Modell • Cooper Paare (kurz: Ergebnisse der BCS Theorie) • AC Supraleitung, Zweiflüssigkeitenmodell, HF Kavitäten • Cooper Paar Tunneleffekt, Josephsonverbindungen, SQUIDS • Anwendungen: Magnete in der Beschleuniger- und Medizintechnik, Präzisionsmessungen von Magnetfeldern und Strömen, supraleitende Motoren, Generatoren und Transformatoren 				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Studierende erwerben durch den Besuch des Moduls ein hauptsächlich phänomenologisches Verständnis von Supraleitern, welches ihnen die Anwendung in der Ingenieurspraxis ermöglicht. Angefangen von der Maxwell'schen Elektrodynamik werden die DC und AC Eigenschaften von Supraleitern diskutiert. Obwohl die zugrundeliegenden quantenmechanischen Theorien nur ansatzweise diskutiert werden, soll mit Hilfe der Phänomenologie bereits ein quantitativer Zugang zu Anwendungen wie Magnettechnologie oder Präzisionsmesstechnik eröffnet werden.				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme Elektrodynamik, insbesondere Maxwell Gleichungen, die z.B. im Modul „Grundlagen der Elektrodynamik“ vermittelt werden				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche Prüfung, Dauer: 30 Min., Standard BWS) 				
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Modulabschlussprüfung				
6	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche Prüfung, Gewichtung: 100 %) 				
7	Verwendbarkeit des Moduls MSc ETiT, MSc WI-ETiT, MSc iCE, BSc/MSc CE				
8	Notenverbesserung nach §25 (2)				
9	Literatur				

- W. Buckel, R. Kleiner: „Supraleitung Grundlagen und Anwendungen“; Wiley VCH, 7. Auflage 2013.
- R.G. Sharma; „Superconductivity, Basics and Applications to Magnets“; Springer International Publishing, 2015 (online available).
- H. Padamsee, J. Knobloch, T. Hays: „RF-Superconductivity for Accelerators“; 2nd edition; Wiley VCH Weinheim, 2011.
- P. Seidel (Ed.), „Applied Superconductivity“, Wiley VCH Weinheim, 2015.

Enthaltene Kurse

Kurs-Nr. 18-bf-2030-v1	Kursname Angewandte Supraleitung		
Dozent/in Dr.-Ing. Uwe Niedermayer, Prof. Dr. Oliver Boine-Frankenheim		Lehrform Vorlesung	SWS 2

2.3.1 Mini-Forschungsprojekt

Modulname Mini-Forschungsprojekt "Materialien für energietechnische Prozesse"					
Modul Nr. 18-en-2022	Leistungspunkte 5 CP	Arbeitsaufwand 150 h	Selbststudium 120 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes Semester
Sprache Deutsch/Englisch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr.-Ing. Gerd Griepentrog		
1	<p>Lerninhalt</p> <p>Das Mini-Forschungsprojekt wird in einem Fachgebiet oder Institut eines am Studienbereich Energy Science and Engineering beteiligten Fachbereichs durchgeführt.</p> <p>Der Inhalt der zu bearbeitenden Fragestellung ist in Absprache mit dem jeweiligen Lehrenden festzulegen und orientiert sich an aktuellen, energierelevanten wissenschaftlichen Fragestellungen mit Bezug zum Themenbereich „Materialien für energietechnische Prozesse“. Idealerweise erfordert die Aufgabenstellung eine interdisziplinäre Herangehensweise.</p> <p>Der/die Studierende wird zu einer weitestgehend eigenständigen Bearbeitung der Themenstellung angeleitet.</p>				
2	<p>Qualifikationsziele / Lernergebnisse</p> <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • sind kompetent in der selbständigen Einarbeitung in das Thema der Aufgabenstellung im Themenbereich „Energimaterialien“ sowie in der Dokumentation und Präsentation ihrer Arbeit • sind befähigt, die im Studium erworbenen Kenntnisse und Fähigkeiten mit Fragestellungen der aktuellen Forschung zu verbinden • können forschungsnahe Experimente oder Projektarbeiten eigenständig strukturieren, planen und durchführen • wählen zur Bearbeitung einer Aufgabenstellung adäquate Hilfsmittel und Methoden aus und setzen diese ein bzw. wenden diese an • können die erhaltenen Ergebnisse unter Berücksichtigung des aktuellen Forschungsstands einschätzen und angemessen interpretieren • sind in der Lage, die konkreten Fragestellungen, Lösungsvorschläge, unternommene Arbeitsschritte und die erhaltenen Ergebnisse in einer Präsentation sowie einem schriftlichen Bericht in wissenschaftlichem Stil vorzustellen und in der entsprechenden Fachsprache zu diskutieren • sollen nach dem absolvieren des Moduls in der Lage sein, auch umfangreichere Forschungs- und Entwicklungsprojekte selbständig durchzuführen 				
3	<p>Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme</p> <p>B.Sc. in einer Natur-oder Ingenieurwissenschaft</p>				
4	<p>Prüfungsform</p> <p>Modulabschlussprüfung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Studienleistung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Standard BWS) <p>Bericht und/oder Präsentation. Die Art der Prüfung wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben</p>				
5	<p>Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten</p> <p>Bestehen der Modulabschlussprüfung</p>				
6	<p>Benotung</p> <p>Modulabschlussprüfung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Studienleistung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100 %) 				
7	<p>Verwendbarkeit des Moduls</p>				

	M.Sc. Energy Science and Engineering		
8	Notenverbesserung nach §25 (2)		
9	Literatur Wird bei der Aufgabenstellung bekanntgegeben bzw. ist durch eigene Recherche zu ermitteln		
Enthaltene Kurse			
	Kurs-Nr. 18-en-2022-pj	Kursname Mini-Forschungsprojekt "Materialien für energietechnische Prozesse"	
	Dozent/in Prof. Dr.-Ing. Gerd Griepentrog	Lehrform Projektseminar	SWS 2

2.4 Themenbereich Erneuerbare Energien und Technologien

Modulname Electrochemistry for Energy Applications I: Fundamentals					
Modul Nr. 11-01-7300	Leistungspunkte 4 CP	Arbeitsaufwand 120 h	Selbststudium 90 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes 2. Semester
Sprache Englisch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr. rer. nat. Jan Hofmann		
1	Lerninhalt <ul style="list-style-type: none"> • Electrochemical Thermodynamics • Electrochemical Kinetics • Electrochemical Methods • Fuel cells • Electrolysis 				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse The student will be introduced to the main concepts of heterogeneous electrochemistry (electrodics), basic electrochemical methods and main materials science questions related to the use and application of electrochemical converter devices. He/she will learn to evaluate experimental and theoretical results obtained with different electrochemical, surface science and theoretical techniques, and obtain a first insight in modern electrodics applied for continuing experimental work in this field. Moreover, he/she obtains basic competence to follow advanced textbooks and scientific literature.				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme recommended: modules “Surfaces and Interfaces” and “Quantum Mechanics for Materials Science”				
4	Prüfungsform Bausteinbegleitende Prüfung: <ul style="list-style-type: none"> • [11-01-7300-vl] (Fachprüfung, Fachprüfung, Standard BWS) 				
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten passing of exam				
6	Benotung Bausteinbegleitende Prüfung: <ul style="list-style-type: none"> • [11-01-7300-vl] (Fachprüfung, Fachprüfung, Gewichtung: 1) 				
7	Verwendbarkeit des Moduls M.Sc. Materials Science: Elective Courses Materials Science				
8	Notenverbesserung nach §25 (2)				
9	Literatur <ol style="list-style-type: none"> 1. G. Wedler; Lehrbuch der Physikalischen Chemie 2. P.W. Atkins; Physikalische Chemie (Physical Chemistry) 3. C.H. Hamann, W. Vielstich; Elektrochemie (Electrochemistry) 4. W. Schmickler; Grundlagen der Elektrochemie 5. W. Vielstich, A. Lamm, H. Gasteiger (eds); Handbook of Fuel Cells: Fundamentals, Technology, Application 6. G. Hoogers (ed.); Fuel Cell Technology Handbook 				
Enthaltene Kurse					

Kurs-Nr. 11-01-7300-vl	Kursname Electrochemistry for Energy Applications I: Fundamentals		
Dozent/in Prof. Dr. rer. nat. Jan Hofmann		Lehrform Vorlesung	SWS 2

Modulname Electrochemistry for Energy Applications II					
Modul Nr. 11-01-7301	Leistungspunkte 4 CP	Arbeitsaufwand 120 h	Selbststudium 90 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes 2. Semester
Sprache Englisch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr. rer. nat. Jan Hofmann		
1	Lerninhalt <ul style="list-style-type: none"> • Solid State Ionics • Battery Fundamentals • Li-Ion Batteries • Semiconductor Electrochemistry • Electrochemical Solar Cell • Photocatalysis • Photoelectrochemical Hydrogen Production 				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse The student will be introduced to the main concepts of heterogeneous electrochemistry (electrodics), solid state ionics and main materials science questions related to the use and application of electrochemical storage and converter devices. He/she will learn to combine electrochemical concepts and solid state concepts for dealing with energy devices and to evaluate experimental and theoretical results obtained with different electrochemical, surface science and theoretical techniques, and obtain a first insight in modern electrodics applied for continuing experimental work in this field. Moreover, he/she obtains basic competence to follow advanced textbooks and scientific literature.				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme recommended: modules “Surfaces and Interfaces”, “Quantum Mechanics for Materials Science” and “Electrochemistry in Energy Applications I: Converter Devices”				
4	Prüfungsform Bausteinbegleitende Prüfung: <ul style="list-style-type: none"> • [11-01-7301-vl] (Fachprüfung, Fachprüfung, Standard BWS) 				
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten passing of exam				
6	Benotung Bausteinbegleitende Prüfung: <ul style="list-style-type: none"> • [11-01-7301-vl] (Fachprüfung, Fachprüfung, Gewichtung: 1) 				
7	Verwendbarkeit des Moduls M.Sc. Materials Science: Elective Courses Materials Science				
8	Notenverbesserung nach §25 (2)				
9	Literatur <ol style="list-style-type: none"> 1. G. Wedler; Lehrbuch der Physikalischen Chemie 2. C.H. Hamann, W. Vielstich; Elektrochemie (Electrochemistry) 3. J. Maier, Physical Chemistry of Ionic Materials 4. Thomas B. Reddy, David Linden, Handbook of batteries 5. Robert A. Huggins , Advanced Batteries, Materials Science Aspects 6. M. Wakihara, O. Yamamoto (eds.), Lithium Ion Batteries, Fundamentals and Performance 7. R. Memming; Semiconductor Electrochemistry 8. C.A. Grimes, O.K. Varghese, S. Ranjan; Light, Water, Hydrogen 				
Enthaltene Kurse					

Kurs-Nr. 11-01-7301-vl	Kursname Electrochemistry for Energy Applications II		
Dozent/in Prof. Dr. rer. nat. Jan Hofmann		Lehrform Vorlesung	SWS 2

Modulname Energiesysteme II (Erneuerbare Energien)					
Modul Nr. 16-20-5020	Leistungspunkte 4 CP	Arbeitsaufwand 120 h	Selbststudium 90 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr.-Ing. Bernd Epple		
1	Lerninhalt Energieumwandlungskonzepte auf der Basis von Biomasse, Solarthermie und Photovoltaik, Wasser- und Windkraft und Geothermie.				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Nachdem die Studierenden die Lerneinheit erfolgreich abgeschlossen haben, sollten sie in der Lage sein: 1. Die Verwendung regenerativer Energieträger in Deutschland und der Welt zu analysieren. 2. Die für unterschiedliche energietechnische Anwendungen relevanten chemischen und physikalischen Eigenschaften von Biomasse zu identifizieren. 3. Die theoretischen Grundlagen zu beherrschen, Biomasse für die folgenden Zwecke einzusetzen: Wärme- und Stromerzeugung, Vergasung und Treibstoffherstellung. 4. Die Nutzung von Sonnenenergie in der Form von Solarthermie und Photovoltaik zu erklären. 5. Bauformen von Wasserkraftwerken zu erläutern. 6. Die Grundlagen der Windkraft zu kennen sowie die Funktionsweise eines Windkonverters und seiner Regelkonzepte zu beschreiben. 7. Verschiedene Konzepte zur Nutzung von Geothermie zu erläutern. 8. Die behandelten Energiesysteme zu berechnen.				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme Keine				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Dauer: 90 Min., Standard BWS) Klausur 90 min				
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Prüfungsleistung				
6	Benotung Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Gewichtung: 100 %)				
7	Verwendbarkeit des Moduls WPB Master MB II (Kernlehrveranstaltung aus dem Maschinenbau) Master MB II SP CEPE WPB Master PST III (Fächer aus Natur- und Ingenieurwissenschaft für Papiertechnik)				
8	Notenverbesserung nach §25 (2)				
9	Literatur Skript zum Vorlesungsbeginn erhältlich				
Enthaltene Kurse					
	Kurs-Nr. 16-20-5020-vl	Kursname Energiesysteme II (Erneuerbare Energien)			
	Dozent/in Prof. Dr.-Ing. Bernd Epple			Lehrform Vorlesung	SWS 2

Modulname Materials chemistry in electrocatalysis for energy applications					
Modul Nr. 07-03-0050	Leistungspunkte 5 CP	Arbeitsaufwand 150 h	Selbststudium 150 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes 2. Semester
Sprache Englisch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr. rer. nat. Ulrike Kramm		
1	Lerninhalt Bei der Synthese von Elektrokatalysatoren ist es wichtig, bereits in einem frühen Stadium das jeweilige Anwendungsziel zu berücksichtigen. In diesem Vortrag werden die wichtigsten Herstellungsverfahren für Elektrokatalysatoren, wichtige Techniken zu ihrer Charakterisierung und elektrochemischen Bewertung diskutiert. Die ausgewählten Beispiele konzentrieren sich auf Energieanwendungen wie Brennstoffzellen und Wasserelektrolyse. Wichtige aktuelle Veröffentlichungen zur Katalysatorsynthese, -charakterisierung und -anwendung werden in parallelen Übungen ausgewertet. Themen: Elektrokatalyse (Einführung, Grundlagen, Reaktionsmechanismen) Katalysatorsynthese (Herstellung von Nanopartikeln, dünnen Schichten, neue und innovative Katalysatorkonzepte) Charakterisierung (ausgewählte spektroskopische und analytische Methoden, in-situ und post-mortem Charakterisierung) Wichtige Parameter für die Katalysatoranwendung (Aktivität, Selektivität, Stabilität) Anwendungen (verschiedene Arten von Brennstoffzellen, Wasserspaltungsreaktionen und andere)				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Die Studenten sind Experten auf dem Gebiet der Materialentwicklung für die Elektrokatalyse. Sie kennen die wichtigsten Aspekte der einzelnen Charakterisierungsmethoden und sind in der Lage, eine qualifizierte Bewertung der entsprechenden Veröffentlichungen, Vorschläge usw. vorzunehmen. Darüber hinaus wissen sie, wie man Forschungsergebnisse präsentiert. Die Studierenden sind in der Lage, für ihre eigene Arbeit selbständig zu entscheiden, welche Charakterisierungstechniken für den einen oder anderen Katalysatortyp am besten geeignet sind.				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme Es wird empfohlen, parallel oder vorher die Grundlagen der Elektrochemie (Module 11-01-7300 oder 07-04-0006) zu studieren.				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Standard BWS) Fachprüfung, mündliche (30 Minuten) oder schriftliche Prüfung (60 Minuten)				
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Fachprüfung				
6	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100 %) 				
7	Verwendbarkeit des Moduls M.Sc. Materialwissenschaft: Wahlpflichtfächer Materialwissenschaft, B. Sc. und M. Sc. Chemie Wahlpflichtfächer				
8	Notenverbesserung nach §25 (2)				
9	Literatur Wird in der Vorlesung bekannt gegeben				
Enthaltene Kurse					

Kurs-Nr. 07-03-0050-vl	Kursname Materials chemistry in electrocatalysis for energy applications		
Dozent/in Prof. Dr. rer. nat. Ulrike Kramm		Lehrform Vorlesung	SWS 0
Kurs-Nr. 07-03-0050-ue	Kursname Exercises Materials chemistry in electrocatalysis for energy applications		
Dozent/in Prof. Dr. rer. nat. Ulrike Kramm		Lehrform Übung	SWS 0

2.4.1 Mini-Forschungsprojekt

Modulname Mini-Forschungsprojekt "Erneuerbare Energien und Technologien"					
Modul Nr. 18-en-2023	Leistungspunkte 5 CP	Arbeitsaufwand 150 h	Selbststudium 120 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes Semester
Sprache Deutsch/Englisch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr.-Ing. Gerd Griepentrog		
1	<p>Lerninhalt</p> <p>Das Mini-Forschungsprojekt wird in einem Fachgebiet oder Institut eines am Studienbereich Energy Science and Engineering beteiligten Fachbereichs durchgeführt.</p> <p>Der Inhalt der zu bearbeitenden Fragestellung ist in Absprache mit dem jeweiligen Lehrenden festzulegen und orientiert sich an aktuellen, energierelevanten wissenschaftlichen Fragestellungen mit Bezug zum Themenbereich „Erneuerbare Energien und Technologien“. Idealerweise erfordert die Aufgabenstellung eine interdisziplinäre Herangehensweise.</p> <p>Der/die Studierende wird zu einer weitestgehend eigenständigen Bearbeitung der Themenstellung angeleitet.</p>				
2	<p>Qualifikationsziele / Lernergebnisse</p> <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • sind kompetent in der selbständigen Einarbeitung in das Thema der Aufgabenstellung im Themenbereich „Erneuerbare Energien und Technologien“ sowie in der Dokumentation und Präsentation ihrer Arbeit • sind befähigt, die im Studium erworbenen Kenntnisse und Fähigkeiten mit Fragestellungen der aktuellen Forschung zu verbinden • können forschungsnahe Experimente oder Projektarbeiten eigenständig strukturieren, planen und durchführen • wählen zur Bearbeitung einer Aufgabenstellung adäquate Hilfsmittel und Methoden aus und setzen diese ein bzw. wenden diese an • können die erhaltenen Ergebnisse unter Berücksichtigung des aktuellen Forschungsstands einschätzen und angemessen interpretieren • sind in der Lage, die konkreten Fragestellungen, Lösungsvorschläge, unternommene Arbeitsschritte und die erhaltenen Ergebnisse in einer Präsentation sowie einem schriftlichen Bericht in wissenschaftlichem Stil vorzustellen und in der entsprechenden Fachsprache zu diskutieren • sollen nach dem absolvieren des Moduls in der Lage sein, auch umfangreichere Forschungs- und Entwicklungsprojekte selbständig durchzuführen 				
3	<p>Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme</p> <p>B.Sc. in einer Natur-oder Ingenieurwissenschaft</p>				
4	<p>Prüfungsform</p> <p>Modulabschlussprüfung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Studienleistung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Standard BWS) <p>Bericht und/oder Präsentation. Die Art der Prüfung wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben</p>				
5	<p>Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten</p> <p>Bestehen der Modulabschlussprüfung</p>				
6	<p>Benotung</p> <p>Modulabschlussprüfung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Studienleistung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100 %) 				
7	<p>Verwendbarkeit des Moduls</p>				

	M.Sc. Energy Science and Engineering		
8	Notenverbesserung nach §25 (2)		
9	Literatur Wird bei der Aufgabenstellung bekanntgegeben bzw. ist durch eigene Recherche zu ermitteln		
Enthaltene Kurse			
	Kurs-Nr. 18-en-2023-pj	Kursname Mini-Forschungsprojekt "Erneuerbare Energien und Technologien"	
	Dozent/in Prof. Dr.-Ing. Gerd Griepentrog	Lehrform Projektseminar	SWS 2

2.4.2 Biomasse

Modulname Abfalltechnik					
Modul Nr. 13-K1-M003	Leistungspunkte 6 CP	Arbeitsaufwand 180 h	Selbststudium 120 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr. Liselotte Schebek		
1	<p>Lerninhalt</p> <ul style="list-style-type: none"> - Einordnung der Abfalltechnik in Abfallwirtschaftskonzepte, Logistische Planungen und Grundprinzipien der Abfallwirtschaft (Vermeidung, Verwertung, Produktverantwortung/-design) Abfallwirtschaftskonzepte - Bestandsaufnahme, Erstellen von Prognosen und Szenarien, Ableiten neuer Strategien für die Vermeidung, Verwertung und Beseitigung von Abfällen Abfalltechnik: chemische, biologische und verfahrenstechnische Grundlagen: <ul style="list-style-type: none"> - Abfallverwertung - Sortiertechnik, Aufbereitungstechnik, energetische und stoffliche Verwertung, - Biologische Abfallbehandlung - Verfahrenstechnik, Behandlungsverfahren, eingesetzte Aggregate, Planungs- und Dimensionierungsgrundsätze - Mechanisch-Biologische Abfallbehandlung - Verfahrenstechnik, Behandlungsverfahren, eingesetzte Aggregate, Planungs- und Dimensionierungsgrundsätze - Thermische Abfallbehandlung - Verfahrenstechnik, Behandlungsverfahren, eingesetzte Aggregate, Planungs- und Dimensionierungsgrundsätze - Deponierung - Verfahrenstechnik, Multibarrierensystem, Deponiearten, Planungs- und Dimensionierungsgrundsätze - Anlagenplanung - Grundlagenermittlung, Projektablauf, Projektmanagement, Genehmigung, Bau und Inbetriebnahme, Controlling. - Rollenspiel Planungsworkshop 				
2	<p>Qualifikationsziele / Lernergebnisse</p> <p>Nachdem die Studierenden die Modulabschlussprüfung erfolgreich abgelegt haben:</p> <ul style="list-style-type: none"> - verstehen sie die wesentlichen Aufgaben der Abfalltechnik. - können sie die wichtigsten Aggregate der Abfalltechnik beschreiben. - können sie abfalltechnische Anlagen unter Berücksichtigung technischer, ökonomischer und ökologischer Aspekte bemessen, planen, entwerfen, betreiben und erhalten. - besitzen sie die Fähigkeit, unterschiedliche Lösungen abzuwägen, sachlich und verständlich zu erläutern, Entscheidungen zu treffen und zu begründen. - sind sie in der Lage, die Ergebnisse ihrer Arbeit in geeigneter Form darzustellen und zu präsentieren. - besitzen sie die Fähigkeit, fachspezifische Probleme nach wissenschaftlichen Grundsätzen selbstständig zu bearbeiten. 				
3	<p>Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme</p> <p>Empfohlen: Grundkenntnisse der Kreislauf- und Abfallwirtschaft</p>				
4	<p>Prüfungsform</p> <p>Modulabschlussprüfung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche Prüfung, Dauer: 30 Min., Standard BWS) • Modulprüfung (Studienleistung, Bericht) <p>Studienleistung: Im Rahmen der Studienleistung ist ein wissenschaftlicher Bericht zur Planung einer Abfallbehandlungsanlage als Gruppenleistung abzugeben. Die Bearbeitungszeit der Studienleistung beträgt acht Wochen nach Ausgabe der schriftlichen Aufgabenstellung und ist zum letzten Vorlesungstermin des Semesters, in gedruckter Form, abzugeben.</p>				
5	<p>Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten</p>				

	Bestehen der Modulabschlussprüfung(en)		
6	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche Prüfung, Gewichtung: 1) • Modulprüfung (Studienleistung, Bericht, Gewichtung: 0) 		
7	Verwendbarkeit des Moduls		
8	Notenverbesserung nach §25 (2)		
9	Literatur Literatur wird zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.		
Enthaltene Kurse			
	Kurs-Nr. 13-K1-0003-vl	Kursname Aggregate, Verfahrenskonzepte und Anlagen	
	Dozent/in Prof. Dr. Liselotte Schebek	Lehrform Vorlesung	SWS 2
	Kurs-Nr. 13-K1-0004-ue	Kursname Abfalltechnik - Übung	
	Dozent/in Prof. Dr. Liselotte Schebek	Lehrform Übung	SWS 2

Modulname Kommunale Abwasserbehandlung					
Modul Nr. 13-K2-M002	Leistungspunkte 6 CP	Arbeitsaufwand 180 h	Selbststudium 120 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr. Susanne Lackner		
1	Lerninhalt Mechanische Abwasserbehandlung Biologische Abwasserbehandlung Grundlagen der Biologie, Grundlagen des Belebungsverfahrens, Bemessung des Belebungsverfahrens, inkl. Nährstoffelimination, Nachklärung, Belüftung Biofilmverfahren (Tauch- und Tropfkörper, Festbetten, Fließ- und Schwebebettverfahren, AGS, Grundlagen, Anwendungen, Dimensionierung) Kombinationsverfahren, Varianten des Belebungsverfahrens (Kaskadenbiologie, Membranbelebungen, SBR ...) Grundlagen der Schlammbehandlung und Beseitigung (Schlammengen und -eigenschaften, Ziele der Schlammbehandlung, Schlammstabilisierung, Verminderung des Schlammvolumens (Eindickung, Entwässerung, Trocknung), Schlammverwertung und Entsorgung) Grundlagen der MSR Technik Übungen; Exkursion				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Die Studierenden können umwelttechnische Anlagen unter Berücksichtigung technischer, ökonomischer und ökologischer Aspekte bemessen, planen, entwerfen, betreiben und erhalten; Die Studierenden besitzen die Fähigkeit, unterschiedliche Lösungen abzuwägen, sachlich und verständlich zu erläutern, Entscheidungen zu treffen und zu begründen. Die Studierenden sind in der Lage, die Ergebnisse Ihrer Arbeit in geeigneter Form darzustellen und zu präsentieren. Die Studierenden besitzen die Fähigkeit, fachspezifische Probleme nach wissenschaftlichen Grundsätzen selbstständig zu bearbeiten.				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme Empfohlen: Siedlungswasserwirtschaft I (13-K0-M001), Siedlungswasserwirtschaft II (13-K2-M001/3)				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Dauer: 90 Min., Standard BWS) • Modulprüfung (Studienleistung, Hausübungen, Arbeitsblätter) Fachprüfung: Mündliche Prüfung (15 min.) / Klausur (90 min.) In der Regel erfolgt die Prüfung durch eine Klausur, bei geringer Teilnehmerzahl gegebenenfalls mündliche Prüfung. Studienleistung: Es werden Moodle-Übungen zur Lernerfolgskontrolle angeboten, von denen eine bestimmte Anzahl bestanden werden müssen. Die notwendige Anzahl zum Bestehen der Studienleistung wird zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.				
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Modulabschlussprüfung(en)				
6	Benotung				

	Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Gewichtung: 1) • Modulprüfung (Studienleistung, Hausübungen, Arbeitsblätter, Gewichtung: 0) 		
7	Verwendbarkeit des Moduls		
8	Notenverbesserung nach §25 (2)		
9	Literatur Vorlesungsskript		
Enthaltene Kurse			
	Kurs-Nr. 13-K2-0001-vu	Kursname Kommunale Abwasserbehandlung	
	Dozent/in Prof. Dr. Susanne Lackner	Lehrform Vorlesung und Übung	SWS 4

Modulname Reststoffe aus Abwasseranlagen - Behandlung und Ressourcenrückgewinnung					
Modul Nr. 13-K2-M009	Leistungspunkte 6 CP	Arbeitsaufwand 180 h	Selbststudium 120 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr.-Ing. Markus Engelhart		
1	Lerninhalt <p>Im Rahmen des Moduls soll eine Seminararbeit mit anschließender Präsentation der Ergebnisse im Bereich der Ressourcenrückgewinnung und Reststoffverwertung aus Anlagen zur Abwasserbehandlung verfasst werden. Themen umfassen bspw. die Produktion von therm. und elektr. Energie durch den Einsatz von Anaerobtechnik, die Behandlung hoch belasteter Prozessabwässer, die Aufbereitung des Abwassers zu Brauchwasser für kommunale und industrielle Zwecke, die Rückgewinnung von Nährstoffen (Phosphor, Stickstoff) aus kommunalen Klärschlämmen, die Rückgewinnung von Verarbeitungshilfsstoffen und Produktresten aus industriellen Abwasserströmen oder die geeignete Entsorgung der Reststoffe.</p> <p>Aufbauend auf dem betrachteten Praxisbeispiel soll im Rahmen einer Gruppenarbeit (Seminararbeit) eine Datenauswertung mit anschließender Präsentation und Einordnung der Ergebnisse erfolgen. Gegebenenfalls werden hierzu ergänzende Kleinversuche (Gruppenarbeit) in einem Laborpraktikum durchgeführt. Die Ergebnisse fließen in die Gruppenarbeit ein bzw. werden im Rahmen einer Gruppenarbeit ausgewertet und in Kontext gebracht.</p>				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse <p>Nach erfolgreichem Absolvieren des Moduls sind Studierende in der Lage</p> <ul style="list-style-type: none"> - Verfahren und Anlagen zur Ressourcenrückgewinnung und Behandlung von Reststoffen aus Abwasseranlagen unter Berücksichtigung technischer, ökonomischer und ökologischer Aspekte zu bemessen, zu planen und zu entwerfen, - unterschiedliche ingenieurwissenschaftliche Lösungen abzuwägen, sachlich und verständlich zu erläutern, Entscheidungen zu treffen und zu begründen, - fachspezifische Probleme der Reststoffentsorgung und Ressourcenrückgewinnung nach wissenschaftlichen Grundsätzen selbständig zu bearbeiten, - sich in einer Gruppe zielführend für die gemeinsame Lösung einer Aufgabenstellung des Umweltingenieurwesens einzubringen und - die Ergebnisse ihrer Arbeit in geeigneter Form darzustellen und zu präsentieren. 				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme <p>Empfohlen: Kommunale Abwasserbehandlung (13-K2-M002)</p>				
4	Prüfungsform <p>Modulabschlussprüfung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Studienleistung, Mündliche/schriftliche Prüfung) • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche Prüfung, Dauer: 20 Min., Standard BWS) <p>Studienleistung: Hausarbeit und Präsentation Die Hausarbeit und die Präsentation sind während der Vorlesungszeit anzufertigen und werden testiert.</p>				
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten <p>Bestehen der Modulabschlussprüfung(en)</p>				
6	Benotung <p>Modulabschlussprüfung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Studienleistung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Gewichtung: 0) • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche Prüfung, Gewichtung: 1) 				
7	Verwendbarkeit des Moduls				

8	Notenverbesserung nach §25 (2)		
9	Literatur - DIN-Normen - DWA-Arbeits- und Merkblätter - ATV-Handbuch Klärschlamm, Ernst & Sohn Verlag, 4. Auflage, Berlin, 1996 - Rosenwinkel, K.-H., Kroiss, H., Dichtl, N., Seyfried, C.-F., & Weiland, P. (2015). Anaerobtechnik: Abwasser-, Schlamm- und Reststoffbehandlung, Biogasgewinnung. Berlin Heidelberg: Springer Vieweg - Weitere Literatur wird während der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.		
Enthaltene Kurse			
	Kurs-Nr. 13-K2-0015-se	Kursname Reststoffe aus Abwasseranlagen - Behandlung und Ressourcenrückgewinnung	
	Dozent/in Prof. Dr.-Ing. Markus Engelhart	Lehrform Seminar	SWS 4

Modulname Nachhaltige industrielle Chemie (M.TC9)					
Modul Nr. 07-06-0010	Leistungspunkte 3 CP	Arbeitsaufwand 90 h	Selbststudium 60 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes 3. Semester
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr. rer. nat. Marcus Rose		
1	Lerninhalt Prinzipien der nachhaltigen Chemie sowie Green Chemistry & Engineering, Bewertung von chemischen Prozessen und Produkten, neue katalytische Verfahren in der chemischen Produktion, Energie- und Rohstoffeinsparung bei chemischen Prozessen, Entwicklung nachhaltigerer Prozessalternativen, energetische und rohstoffliche Nutzung von Biomasse (insbesondere Kohlenhydrate, Lignocellulose, Fette & Öle), Kraftstoffe und Biopolymere aus Biomasse, stoffliche Nutzung von CO ₂ , neue Energieträger, Kopplung der Chemieindustrie und Energiewirtschaft, neue chemische Technologien und Innovationen, die die großen gesellschaftlichen Herausforderung adressieren.				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Die Studierenden haben ein grundlegendes Verständnis neuer Entwicklungen in der industriellen Chemie, die katalytische Nutzung alternativer Rohstoffquellen und des Beitrags der Chemie zu einer nachhaltigen Entwicklung und den großen gesellschaftlichen Herausforderungen der Energie- und Rohstoffwende und können diese im Kontext der klassischen etablierten Verfahren und Rohstoffe betrachten und differenziert in Hinblick auf ökonomische, ökologische und soziale Aspekte bewerten.				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Standard BWS) Fachprüfung, Klausur (120 Minuten) oder mündliche Prüfung (20 Minuten), wird in Abhängigkeit der Teilnehmendenanzahl zu Vorlesungsbeginn bekanntgegeben				
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestandene Fachprüfung				
6	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100 %) 				
7	Verwendbarkeit des Moduls Vertiefungsbereich Hauptfach Technische Chemie, Wahlpflichtbereiche				
8	Notenverbesserung nach §25 (2)				
9	Literatur vgl. Verweise im Internetangebot des Instituts				
Enthaltene Kurse					
	Kurs-Nr. 07-06-0010-vl	Kursname Nachhaltige industrielle Chemie (M.TC9)			
	Dozent/in Prof. Dr. rer. nat. Marcus Rose			Lehrform Vorlesung	SWS 2

2.4.3 Geothermie

Modulname Geothermie I					
Modul Nr. 11-02-1434	Leistungspunkte 4 CP	Arbeitsaufwand 120 h	Selbststudium 75 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person		
1	Lerninhalt Es werden Grundlagen der oberflächennahen Geothermie wie z.B. terrestrischer und solarer Wärmestrom und relevante geothermische Gesteinskennwerte sowie Grundbegriffe der Thermodynamik und die entsprechenden thermophysikalischen Kennwerte vermittelt. Des Weiteren wird auf die unterschiedlichen Systeme zur Nutzung von oberflächennaher Geothermie und ihrer Systemkomponenten inklusive der Grundlagen der Haustechnik eingegangen. Dabei werden Erdwärmesonden, Erdwärmekollektoren, Erdwärmekörbe, geothermische Brunnenanlagen sowie die rechtlichen Grundlagen, die Dimensionierung, die Anlagenauslegung, die Bauausführung, die Bauüberwachung, die Anlagenprüfung sowie Ermittlung geothermischer Gesteinskennwerte behandelt.				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Erwerb grundlegender Kenntnisse der Geothermie: Nach einer Einführung in die thermophysikalischen Grundlagen der Wärmelehre sowie der Ingenieur- und Genehmigungsplanung erwerben die Studierenden Kenntnisse und methodische Fähigkeiten auf dem Gebiet der oberflächennahen Geothermie (Erdwärmesonden) und damit die Kompetenz für die Planung und Bemessung einfacher oberflächennaher geothermischer Anlagen.				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme Empfohlene Vorkenntnisse: Module Mathematik I, Mathematik II, Allgemeine Chemie, Anorganisch-chemisches Praktikum, Physik I/II, Geologie I-III				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Dauer: 90 Min., Standard BWS) Fachprüfung, Klausur, 90 Minuten				
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Fachprüfung				
6	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Gewichtung: 100 %) 				
7	Verwendbarkeit des Moduls				
8	Notenverbesserung nach §25 (2)				
9	Literatur Stober, I. & Bucher, K. (2012): Geothermie.- 287 S.; Berlin, Heidelberg (Springer). VDI 4640, Blatt 1-4 (2000): Thermische Nutzung des Untergrundes.- Verein Deutscher Ingenieure, Berlin (Beuth Verlag). VBI (2012): Oberflächennahe Geothermie - VBI-Leitfaden.- Berlin (VBI). Beardmore, G.R. & Cull, J.P. (2010): Crustal Heat Flow: A Guide to Measurement and Modelling.- Cambridge University Press. DGG & DGGT (2014): Empfehlungen Oberflächennahe Geothermie - Planung, Bau, Betrieb und Überwachung - EA Geothermie.- 290 Seiten; Berlin (Ernst & Sohn).				
Enthaltene Kurse					

Kurs-Nr. 11-02-1434-vl	Kursname Geothermie I		
Dozent/in		Lehrform Vorlesung	SWS 2
Kurs-Nr. 11-02-1435-ue	Kursname Übung zu Geothermie I		
Dozent/in		Lehrform Übung	SWS 1

Modulname Geothermie II					
Modul Nr. 11-02-2215	Leistungspunkte 5 CP	Arbeitsaufwand 150 h	Selbststudium 90 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person		
1	Lerninhalt Hoch- und Niedrigenthalpiesysteme, Hydrothermale Systeme, Petrothermale Systeme, Enhanced Geothermal Systems (EGS), Exploration, Thermofazies, Thermophysikalische Kennwerte, Geohydraulische Kennwerte, Geophysikalische Erkundung, Loggingverfahren und Reservoirtesting, Hydraulische und gebirgsmechanische Grundlagen der hydraulischen Stimulation, Fracking: Fluide und Mechanik, Spezialverfahren in der Reservoirstimulation.				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Die Studierenden entwickeln ein Verständnis verschiedener geothermischer Systeme bei unterschiedlichen Lagerstätten-/Reservoirbedingungen. Sie lernen mittels geowissenschaftlichen und ingenieurwissenschaftlichen Methoden unterschiedliche geothermische Reservoirsysteme zu beurteilen. Sie erwerben Fähigkeiten für das strukturelle Modellverständnis geologischer, geophysikalischer und geochemischer Konzepte zur Reservoircharakterisierung. Die Studierenden sind damit in der Lage, Fragestellungen zum Bereich tiefengeothermischer Energienutzung wissenschaftlich, aber auch praxisorientiert zu beurteilen und zu bearbeiten.				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Dauer: 90 Min., Standard BWS) Fachprüfung, Klausur, 90 Minuten				
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Fachprüfung				
6	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Gewichtung: 100 %) 				
7	Verwendbarkeit des Moduls				
8	Notenverbesserung nach §25 (2)				
9	Literatur Stober, I. & Bucher, K. (2012): Geothermie.- 287 S.; Berlin, Heidelberg (Springer). Huenges, E. (Hrsg., 2010): Geothermal energy systems.- 464 S., Wiley. VBI (2013): Tiefe Geothermie - VBI-Leitfaden.- VBI-Schriftenreihe, 21, 120 S.; Berlin (VBI). DiPippo, R. (2008): Geothermal Power Plants - Principles, Applications, Case Studies and Environment Impact.- 2nd Edition; Amsterdam (Elsevier).				
Enthaltene Kurse					
	Kurs-Nr. 11-02-2024-vu	Kursname Geothermie II: Tiefe Systeme, Exploration und Reservoirtechnologien			
	Dozent/in			Lehrform Vorlesung und Übung	SWS 4

Modulname Geothermie III					
Modul Nr. 11-02-2216	Leistungspunkte 5 CP	Arbeitsaufwand 150 h	Selbststudium 90 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person		
1	Lerninhalt Grundlagen der statistischen Auswertung von Messdaten; Grundlagen der geostatistischen Regionalisierung von Messdaten (Variogramme, Kriging); Einführung in die Programmierung unter Verwendung von SCILAB/MATLAB; analytische Verfahren der Berechnung von Wärmeausbreitungsprozessen; Analytische Lösungen für Erdwärmesonden; Einführung in verschiedene Computerprogramme (i.W. FEFLOW) mit dem Ziel der Modellierung von Wärme- und Stofftransport; Modellkalibrierung; Berechnung von geothermischen Betriebsszenarien (Erdwärmesonden, geothermische Brunnen, EGS).				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Die Studierenden verstehen die Bedeutung der verschiedenen petrophysikalischen Parameter und wie diese für eine numerische Modellierung zu integrieren sind. Die Studierenden erwerben Kenntnisse und Fähigkeiten für den Umgang mit verschiedenen Computerprogrammen (Programmierung, Statistik, Regionalisierung, numerische Modellierung). Die Studierenden erwerben Kenntnisse der mathematischen Grundlagen numerischer Verfahren (FDM/FVM/FEM) und Fähigkeiten für ihre programmiertechnische Umsetzung. Die Studierenden erwerben vertieftes Wissen zu analytischen und numerischen Verfahren der Berechnung von Wärmeausbreitungsprozessen im geologischen Untergrund. Die Studierenden erwerben maßgebliche Kompetenzen um eigenverantwortlich die Nutzung oberflächennaher und tiefer Geothermie im Modell numerisch/analytisch abbilden zu können.				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Dauer: 90 Min., Standard BWS) Fachprüfung, Klausur, 90 Minuten				
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Fachprüfung				
6	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Gewichtung: 100 %) 				
7	Verwendbarkeit des Moduls				
8	Notenverbesserung nach §25 (2)				
9	Literatur Vorlesungsskript Anderson, M.P. (2005): Heat as a Ground Water Tracer.- Ground Water, 43(6): 951-968, doi=10.1111/j.1745-6584.2005.00052.x Anderson, M.P. (2007): Introducing Groundwater Physics.- Physics Today, 60(5): 42-47, doi=10.1063/1.2743123				
Enthaltene Kurse					
	Kurs-Nr. 11-02-2161-vu	Kursname Geothermie III: Analytische und numerische Berechnungsmethoden			
	Dozent/in		Lehrform Vorlesung und Übung	SWS 4	

Modulname Geothermie IV					
Modul Nr. 11-02-2217	Leistungspunkte 6 CP	Arbeitsaufwand 180 h	Selbststudium 105 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person		
1	Lerninhalt <u>Geothermie IV: Oberflächennahe, mitteltiefe und gekoppelte Systeme: Flachbohrtechnik, Zylinderquelle, eGRT, DTS, OFDR, Geologie, Mitteltiefe Systeme, Kopplung Solarthermie, Grundlagen der Rohrströmung, Baustoffe I: Zemente, Hinterfüllbaustoffe, Baustoffe II: Rohre, Planung großer Anlagen, Schadensfälle, QS-Maßnahmen, Flache und Mitteltiefe Speicher (Kaskadierung).</u> <u>Geothermisches Labor- und Feldpraktikum: Teufenbezogene Temperaturmessungen in Erdwärmesonden zur Temperaturprofilbestimmung, Thermal Response Test und Enhanced Thermal Response Test, Bohrkernaufnahme und Korrelation mit den Messergebnissen, Charakterisierung eines Aufschlusses mit Bohrkernentnahme, Bestimmung von geothermischen Kennwerten im Labor; Bearbeitung gestellter Aufgaben in Kleingruppen. Temperaturlogs, GRT; DTS, eGRT; Probennahme und Kluftaufnahme (Stereonet) im Aufschluss unter Gebirgspereabilität; Permeameter; Thermoscanner; TK04 und LG-/WLF-Messgeräte; Porosimeter; Thermalwasseranalyse; Thermo-Triax-Vorführung.</u>				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Die Studierenden erwerben vertiefte Erkenntnisse zu Planung, Bauüberwachung und Betrieb von oberflächennahen Anlagen. Qualitätsüberwachung, Baustoffe, Materialien und Herstellungsmethoden können im Sinne ingenieurpraktischer Anforderungen beurteilt und eingesetzt werden. Weiterhin können gekoppelte Systeme (Solarthermie, Photovoltaik, Speichertechnologien) beurteilt werden. Mathematische Prüf- und Überwachungsmethoden für den Untergrundteil werden eingehend erlernt. Darüber hinaus erwerben die Studierenden methodische Fähigkeiten auf dem Gebiet der oberflächennahen Geothermie (Erdwärmesonden), einschließlich Fähigkeiten für die selbständige Ausführung und Auswertung von geothermischen Feld- und Labormethoden, und damit die Kompetenz für die Planung und Bemessung oberflächennaher geothermischer Anlagen.				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme Empfohlene Vorkenntnisse: Geothermie II				
4	Prüfungsform Bausteinbegleitende Prüfung: <ul style="list-style-type: none"> • [11-02-2152-pr] (Fachprüfung, Klausur, Dauer: 90 Min., Standard BWS) • [11-02-2154-vu] (Studienleistung, Bericht, Standard BWS) <u>Geothermie IV: Oberflächennahe, mitteltiefe und gekoppelte Systeme: Fachprüfung, Klausur, 90 Minuten, oder Hausarbeit</u> <u>Geothermisches Labor- und Feldpraktikum: Studienleistung, Bericht</u>				
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen beider Prüfungsleistungen				
6	Benotung Bausteinbegleitende Prüfung: <ul style="list-style-type: none"> • [11-02-2152-pr] (Fachprüfung, Klausur, Gewichtung: 2) • [11-02-2154-vu] (Studienleistung, Bericht, Gewichtung: 1) 				
7	Verwendbarkeit des Moduls				
8	Notenverbesserung nach §25 (2)				
9	Literatur				

DGGT EA Geothermie Leitfaden
 Stober, I. & Bucher, K. (2012): Geothermie.- 287 S.; Berlin, Heidelberg (Springer).
 VBI (2012): Oberflächennahe Geothermie - VBI-Leitfaden.- Berlin (VBI).
 VDI 4640, Blatt 1-4 (2000): Thermische Nutzung des Untergrundes.- Verein Deutscher Ingenieure, Berlin (Beuth Verlag).

Enthaltene Kurse

Kurs-Nr. 11-02-2154-vu	Kursname Geothermie IV: Oberflächennahe, mitteltiefe und gekoppelte Systeme			
Dozent/in			Lehrform Vorlesung und Übung	SWS 3
Kurs-Nr. 11-02-2152-pr	Kursname Geothermisches Labor- und Feldpraktikum			
Dozent/in			Lehrform Praktikum	SWS 2

Modulname Geothermie V					
Modul Nr. 11-02-2218	Leistungspunkte 5 CP	Arbeitsaufwand 150 h	Selbststudium 90 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person		
1	Lerninhalt Einführung in die Tiefbohrtechnik und geothermische Kraftwerkstechnik inklusive Vorstellung der wesentlichen Anlagenkomponenten und notwendigen Verfahrenstechnik: Drill Rigs I (Hook load, Hoisting, Top Drive, Drill String, Drill Pipe, Stabilizer, Bits, ROP), Drill Rigs II (Mud System, Feststoffkontrollsystem, BOP), Well Completion (Casing, Cementation, Wellhead), Well Control (Well Hydraulics, Blowouts, Kill Methods), Trouble Shooting & Special Services (Fishing, Perforation, Fracking, Side Tracking, Coring), Drilling Operations (Directional Drilling, Mudmotors, MWD/LWD, UBD), Borehole Logging and Geophysical Measurements, 2D-3D-VSP Seismik; Risk Assessment; Thermodynamik für CHP/Kraftwerkstechnik; Dry Steam, Flash & Double Flash Geothermal Power Plants, Binary Cycles (ORC/Kalina, district heating).				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Die Studierenden erwerben Kenntnisse in Tiefbohrverfahren und Kraftwerkstechnik, zugeschnitten auf die speziellen Anforderungen bei der Planung und Durchführung von geothermischen Tiefbohrungen und Kraftwerksprojekten. Sie damit in der Lage, sich im interdisziplinären Aufgabengebiet der tiefengeothermischen Planung und Auslegung mit Ingenieuren der Kraftwerks- und Bohrplanung qualifiziert austauschen zu können sowie eigenständige Bewertungen und Empfehlungen vorzunehmen.				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme Empfohlene Vorkenntnisse: Geothermie II				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Dauer: 90 Min., Standard BWS) Fachprüfung, Klausur, 90 Minuten				
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Fachprüfung				
6	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Gewichtung: 100 %) 				
7	Verwendbarkeit des Moduls				
8	Notenverbesserung nach §25 (2)				
9	Literatur Huenges et al. (2010): Geothermal Energy Systems: Exploration, Development, and Utilization.- Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA Yoseph Bar-Cohen (Editor) & Kris Zacny et al. (2009): Drilling in Extreme Environments.- Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KgaA Schaumberg, G. (1998): Bohrloch-Kontroll-Handbuch.- Bohrmeisterschule Celle Bellarby, J. (2009): Well Completion Design.- Elsevier Science Buja, H.-O. (2011): Handbuch der Tief-, Flach-, Geothermie- und Horizontalbohrtechnik.- DOI 10.1007/978-3-8348-9943-9_7, Vieweg+Teubner Verlag, Springer Fachmedien, Wiesbaden. DiPippo, R. (2008): Geothermal Power Plants - Principles, Applications, Case Studies and Environment Impact.- 2nd Edition, Elsevier, Amsterdam.				
Enthaltene Kurse					

Kurs-Nr. 11-02-2155-vu	Kursname Geothermie V: Bohr- und Kraftwerkstechnik		
Dozent/in		Lehrform Vorlesung und Übung	SWS 4

Modulname Geothermie VI					
Modul Nr. 11-02-2246	Leistungspunkte 5 CP	Arbeitsaufwand 150 h	Selbststudium 90 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person		
1	Lerninhalt Messung, Interpretation, Nutzen und Anwendung physikochemischer, hydrochemischer und hydrologischer Kennwerte und deren Anwendung; Probenahme zu Laboranalysen; Auswertung und grafische Darstellung von Analyseergebnissen; Kalk-Kohlensäure-Gleichgewicht; Anwendung von Geothermometern; Wasserstoff- und Sauerstoffisotopenmethoden; historische Einführung in die Sole- und Thermalwassernutzung; Nutzung von Tracern. Diese Aspekte werden anhand praktischer Beispiele aus dem Oberrheingraben, dem Norddeutschen Becken, der Molasse und den Alpen dargestellt.				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Die Studierenden erwerben Kenntnisse im Umgang mit hydrogeologischen Daten, wie sie üblicherweise im Gelände gesammelt oder aus der Literatur entnommen werden. Sie können diese Daten selbst im Gelände aufnehmen, verarbeiten, interpretieren und grafisch darstellen. Ausgehend von zahlreichen Fallbeispielen lernen sie Kennwerte einzuordnen und hinsichtlich geothermaler Fragestellungen zu bewerten. Sie sind damit in der Lage, in der eigenen Masterarbeit und im späteren Berufsleben gängige hydrogeologische Methoden anzuwenden oder ggf. auf die jeweilige Fragestellung oder den Arbeitsauftrag anzupassen.				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme Empfohlene Vorkenntnisse: Hydrochemie I, Geothermie II				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Dauer: 90 Min., Standard BWS) Fachprüfung, Klausur, 90 Minuten				
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Fachprüfung				
6	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Gewichtung: 100 %) 				
7	Verwendbarkeit des Moduls				
8	Notenverbesserung nach §25 (2)				
9	Literatur Coldewey, W.G. & Göbel P. (2015): Hydrogeologische Gelände- und Kartiermethoden.- 221 S.; Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg. Hölting, B. & Coldewey, W.G. (2013): Hydrogeologie. Einführung in die Allgemeine und Angewandte Hydrogeologie.- 438 S.; Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg. Mattheß, G. (1994): Die Beschaffenheit des Grundwassers.- Lehrbuch der Hydrogeologie, Band 2, 3. Aufl., 499 S.; Gebr. Borntraeger, Berlin, Stuttgart. Michel, G. (1997): Mineral- und Thermalwässer. Allgemeine Balneologie.- Lehrbuch der Hydrogeologie, Band 7, 3. Aufl., 398 S.; Gebr. Borntraeger, Berlin, Stuttgart.				
Enthaltene Kurse					

Kurs-Nr. 11-02-2156-vu	Kursname Geothermie VI: Anorganische Chemie tiefer Grundwässer		
Dozent/in		Lehrform Vorlesung und Übung	SWS 4

Modulname Geothermal Engineering					
Modul Nr. 11-02-3460	Leistungspunkte 6 CP	Arbeitsaufwand 180 h	Selbststudium 120 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes 2. Semester
Sprache Englisch			Modulverantwortliche Person		
1	Lerninhalt Introduction to Geothermal Energy Thermal Regime of the Earth Fundamentals of Thermodynamics Introduction to Heat Pumps Design and Application of Shallow Geothermal Systems (Guidelines) Open Shallow Geothermal Systems Closed Shallow Geothermal Systems Seasonal Heat Storage Installation of Borehole Heat Exchangers Geothermal Power Plants District Heating Geothermal Response Test Introduction to Numerical Simulation Concepts Numerical Modeling of Geothermal Reservoirs Advanced Geothermal Reservoir Simulation				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Global warming potential as a result of using fossil fuels for energy supply has been increasing rapidly. The students have fundamental knowledge on geothermal energy as a sustainable energy source for heating, cooling and thermal underground storage with an interdisciplinary approach, including geothermal power plant systems. They are familiar with heat pump technologies, fundamentals of district heating grids, basic engineering of power plant technologies, design guidelines and technical requisites for practical utilization of geothermal energy for future energy provision.				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme Recommended: fundamental knowledge of applied geoscience and a basic background in engineering				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Dauer: 90 Min., Standard BWS) Written exam, 90 minutes (FP)				
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Passing the exam				
6	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Gewichtung: 100 %) 				
7	Verwendbarkeit des Moduls				
8	Notenverbesserung nach §25 (2)				
9	Literatur				

Deutsche Gesellschaft für Geotechnik e.V. / Deutsche Gesellschaft für Geowissenschaften e.V. (Eds., 2016): Shallow Geothermal Systems - Recommendations on Design, Construction, Operation and Monitoring. - 312 p.; Wilhelm Ernst & Sohn, Berlin.

DiPippo, R. (2015): Geothermal Power Plants - Principles, Applications, Case Studies and Environmental Impact. - 4. ed., 800 p.; Butterworth-Heinemann.

Borgnakke, C. & Sonntag, R.E. (2020): Fundamentals of Thermodynamics. - 10. Ed., 592 p.; Wiley.

Bergman, T.L., Lavine, A.S., Incropera, F.P. & DeWitt, D.P. (2018): Fundamentals of Heat and Mass Transfer. - 8. Ed., 992 p.; Wiley.

Enthaltene Kurse

Kurs-Nr. 11-02-3460-vu	Kursname Geothermal Engineering		
Dozent/in		Lehrform Vorlesung und Übung	SWS 4

Modulname Grundwassermodellierung					
Modul Nr. 13-L2-M010	Leistungspunkte 3 CP	Arbeitsaufwand 90 h	Selbststudium 60 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr.-Ing. Boris Lehmann		
1	Lerninhalt - Fragestellungen aus der wasserbaulichen Entwurfspraxis - Grundlagen der Strömungs- und Transportprozesse im Untergrund - Modellbildung, Prozess und Skala - Analytische und Numerische Verfahren - Parameterbestimmung / Pump tests - Mehrdimensionale Strömungsprobleme - Teilgesättigte Wasserbewegung				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Durch das erfolgreiche Ablegen der Modulabschlussprüfungen können die Studierenden - Grundwasserströmungen modellieren, - Parameter von Grundwasserströmungen, speziell die Durchlässigkeiten abschätzen, - Strömungen in der Teilgesättigten Bodenzone berechnen, - die Ergebnisse Ihrer Arbeit in geeigneter Form darstellen und präsentieren				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme Empfohlen: 'Grundlagen der Rohr- und Gerinnehydraulik' (13-L2-M021)				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche Prüfung, Dauer: 30 Min., Standard BWS)				
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Modulabschlussprüfung(en)				
6	Benotung Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche Prüfung, Gewichtung: 1)				
7	Verwendbarkeit des Moduls				
8	Notenverbesserung nach §25 (2)				
9	Literatur Grundwassermodellierung: Eine Einführung mit Übungen“, Kinzelbach Rausch 1995, „Grundwasserhydraulik“ I. David				
Enthaltene Kurse					
	Kurs-Nr. 13-L2-0013-vl	Kursname Grundwassermodellierung			
	Dozent/in Prof. Dr.-Ing. Boris Lehmann			Lehrform Vorlesung	SWS 2

2.4.4 Solar

Modulname Angewandte Optik					
Modul Nr. 05-21-1485	Leistungspunkte 5 CP	Arbeitsaufwand 150 h	Selbststudium 90 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr. rer. nat. Gerhard Birkel		
1	Lerninhalt Effekte in der Optik, Instrumentierung der Optik, Anwendungen der Optik				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> • wissen um die Grundlagen, Funktionen und Anwendungen von typischer Instrumentierung in der Optik • besitzen Fertigkeiten in der Formulierung mathematisch-physikalischer Ansätze zur Manipulation von Licht und können diese auf Aufgabenstellungen in den genannten Bereichen anwenden und kommunizieren und • sind kompetent in der selbständigen Bearbeitung von Problemstellungen zu den genannten Themenbereichen und sind in der Lage, technische Aspekte der Optik zu analysieren und mögliche Anwendungen einzuschätzen, • sind fähig, die fachlichen Inhalte in den gesellschaftlichen Zusammenhang einzubetten, die Konsequenzen kritisch einzuschätzen und entsprechend ethisch und verantwortungsbewusst zu handeln. 				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme Empfohlen Physik III				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Studienleistung, Mündliche/schriftliche Prüfung) Die Art der Prüfung wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben. Es kann sich dabei entweder (i) um eine Klausur (K, 90 min), (ii) um eine mündliche Prüfung (mP, 30 min), oder (iii) um eine Präsentation (Pt, 30 min) handeln.				
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestandene Studienleistung				
6	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Studienleistung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100 %) 				
7	Verwendbarkeit des Moduls MSc. Physik: Mögliche Spezialvorlesung in den Studienschwerpunkten „O: Moderne Optik“ oder K: Kernphysik und nukleare Astrophysik “ oder „ H: Materie bei hoher Energiedichte “oder „ F: Physik der Kondensierten Materie “ oder „ B: Physik und Technik von Beschleunigern. Und Physikalisches Wahlfach für Studierende, die nicht Studienschwerpunkt „O: Moderne Optik“ gewählt haben.				
8	Notenverbesserung nach §25 (2)				
9	Literatur wird von Dozent(in) angegeben; Beispiele: Saleh, Teich: Fundamentals of Photonics				
Enthaltene Kurse					

	Kurs-Nr. 05-21-4121-vl	Kursname Angewandte Optik		
	Dozent/in Prof. Dr. rer. nat. Gerhard Birkl		Lehrform Vorlesung	SWS 3
	Kurs-Nr. 05-23-4121-ue	Kursname Angewandte Optik		
	Dozent/in Prof. Dr. rer. nat. Gerhard Birkl		Lehrform Übung	SWS 1

Modulname Fundamentals and Technology of Solar Cells					
Modul Nr. 11-01-2005	Leistungspunkte 4 CP	Arbeitsaufwand 120 h	Selbststudium 90 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes 2. Semester
Sprache Englisch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr. rer. nat. Jan Hofmann		
1	Lerninhalt <ul style="list-style-type: none"> • energy resources and scenarios • fundamentals of semiconductor and device physics • preparation and properties of single crystalline Si cells, compound semiconductor cells, high performance cells, thin film solar cells 				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse The student has gained the information to address and judge energy topics in their relevance for future technology areas, he/she has gained a broad understanding of semiconductor physics as background of the working principles of solar cells, he/she has been introduced to the materials science challenges given for the different cell technologies, he/she has learned which preparation and processing techniques are involved in the manufacturing and improvement of solar cells, he/she is qualified to evaluate experimental and theoretical methods for possible future research in solar cell basic science and technology, he/she has obtained the competence to follow advanced textbooks and scientific literature.				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme recommended: modules “Surfaces and Interfaces”, “Quantum Mechanics for Materials Science”, “Electrochemistry in Energy Applications I: Converter Devices”				
4	Prüfungsform Bausteinbegleitende Prüfung: <ul style="list-style-type: none"> • [11-01-8401-vl] (Fachprüfung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Standard BWS) 				
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten passing of exam				
6	Benotung Bausteinbegleitende Prüfung: <ul style="list-style-type: none"> • [11-01-8401-vl] (Fachprüfung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Gewichtung: 1) 				
7	Verwendbarkeit des Moduls M.Sc. Materials Science: Elective Courses Materials Science				
8	Notenverbesserung nach §25 (2)				
9	Literatur <ol style="list-style-type: none"> 1. W. Jaegermann, Solar Cells, Lecture material (latest version 2010) 2. Basic Semiconductor Physics Books e.g. Sze, Semiconductor Physics 3. Different specialized books and reviews on solar cells, to be announced 				
Enthaltene Kurse					
	Kurs-Nr. 11-01-8401-vl	Kursname Fundamentals and Technology of Solar Cells			
	Dozent/in Prof. Dr. rer. nat. Jan Hofmann			Lehrform Vorlesung	SWS 2

2.4.5 Wasser und Wind

Modulname Numerische Modellierung im Wasserbau					
Modul Nr. 13-L2-M006	Leistungspunkte 3 CP	Arbeitsaufwand 90 h	Selbststudium 60 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr.-Ing. Boris Lehmann		
1	Lerninhalt <ul style="list-style-type: none"> - Definition des Modellbegriffes, Modellarten im Wasserbau - Anwendungsbereiche wasserbaulicher numerischer Modelle - Mathematische Grundlagen: Masse, Impuls, Energie - Navier-Stokes-Gleichungen und vereinfachte Formen - Analytische Lösungsmöglichkeiten - Numerische Lösungsmöglichkeiten - Turbulenzberücksichtigung bei numerischen Lösungsverfahren - Arbeitsschritte bei der Modellierung und Modellanwendung - Anwendungsbeispiele 				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Durch das erfolgreiche Ablegen der Modulabschlussprüfung können die Studierenden für gegebene wasserbauliche Fragestellungen einen geeigneten numerischen Modellansatz auswählen und die notwendigen Schritte zur Modellerstellung und -anwendung durchführen. Die Stärken, Schwächen und Anwendungsgrenzen wasserbaulich-numerischer Modelle sind bekannt und ein Überblick über aktuell in der Praxis eingesetzte Softwarelösungen ist vorhanden.				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme Empfohlen: „Grundlagen der Rohr- und Gerinnehydraulik“ (13-L2-M021), „Wasserbau II: Flussbau, Hochwasserschutz und Wasserkraftnutzung (13-L2-M001/3) und Wasserbau II, III“ (13-L2-M002/ 13-L2-M003/3)				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche Prüfung, Dauer: 30 Min., Standard BWS) 				
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Modulabschlussprüfung(en)				
6	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche Prüfung, Gewichtung: 1) 				
7	Verwendbarkeit des Moduls				
8	Notenverbesserung nach §25 (2)				
9	Literatur Folienhandouts und Hinweise auf ergänzende Fachliteratur werden im Kurs verteilt.				
Enthaltene Kurse					

Kurs-Nr. 13-L2-0007-vl	Kursname Numerische Modellierung im Wasserbau		
Dozent/in Prof. Dr.-Ing. Boris Lehmann	Lehrform Vorlesung	SWS 2	

Modulname Wasserbau II: Flussbau, Hochwasserschutz und Wasserkraftnutzung					
Modul Nr.	Leistungspunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
13-L2-M001/3	3 CP	90 h	60 h	1 Semester	Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr.-Ing. Boris Lehmann		
1	Lerninhalt Hydromorphologische Grundlagen - Feststoffe in Gewässern - Schubspannung und Bewegungsbeginn Ausbaumethoden und Anlagen im Flussbau - Bauweisen - Querbauwerke (Schwellen, Abstürze und Gleiten) - Bühnen, Leitwerke - Uferschutz Hochwasserschutz - Definitionen - Klassischer und Moderner Hochwasserschutz - Hochwassergefahren, Risikoanalyse, Schadenspotenzial - Strategien und Maßnahmen - Technische Schutzmaßnahmen Wasserkraftnutzung - Prinzip, Grundlagen - Anlagentypen - Komponenten und Funktionen - Umweltwirkungen				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Durch das erfolgreiche Ablegen der Modulabschlussprüfung können die Studierenden - Aufbau und Funktionsweise von wasserbaulichen Anlagen im Flussbau erläutern, - Uferschutz und Gewässerausleitungen entwerfen, - wasserbauliche Planungen zum Hochwasserschutz durchführen, - grundlegende Bauweisen von Wasserkraftanlagen erläutern				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme Empfohlen: 'Grundlagen der Rohr- und Gerinnehydraulik' (13-L2-M021) , 'Wasserbau II: Flussbau, Hochwasserschutz und Wasserkraftnutzung' (13-L2-M001/3)				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Dauer: 45 Min., Standard BWS) 				
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Modulabschlussprüfung(en)				
6	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Gewichtung: 1) 				
7	Verwendbarkeit des Moduls				

8	Notenverbesserung nach §25 (2)		
9	Literatur Begleitmaterial, Folienhandouts und Literaturhinweise werden im Rahmen der Kursstunden ausgegeben		
Enthaltene Kurse			
	Kurs-Nr. 13-L2-0009-vl	Kursname Wasserbau II: Flussbau, Hochwasserschutz und Wasserkraftnutzung	
	Dozent/in Prof. Dr.-Ing. Boris Lehmann	Lehrform Vorlesung	SWS 2

Modulname Wasserbau III: Verkehrswasserbau, Gewässerentwicklung, Ökohydraulik					
Modul Nr. 13-L2-M018	Leistungspunkte 3 CP	Arbeitsaufwand 90 h	Selbststudium 60 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr.-Ing. Boris Lehmann		
1	Lerninhalt Verkehrswasserbau, Binnenschifffahrt - Schiffstypen - Fahrdynamik von Binnenschiffen - Interaktion Schiff-Wasserstraße - Hafenanlagen - Schleusenanlagen und Hebewerke - Wasserstraßen Gewässerentwicklung - Ökologische und rechtliche Anforderungen - Gewässerentwicklungsplanung - Gewässerunterhaltung - Maßnahmen des naturnahen Wasserbaus und ihre Wirkung Ökohydraulik - Definitionen und Veranlassung - Grenzflächeneffekte und Turbulenzcharakteristik - Hydraulischer Widerstand von Vegetation - Ethohydraulik: Grundlagen, Methoden, Anwendungen - Fischaufstieg - Fischschutz - Fischabstieg				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Durch das erfolgreiche Ablegen der Modulabschlussprüfung können die Studierenden - verkehrswasserbauliche Anlagen in ihrer Funktionsweise beschreiben, - Gewässerentwicklungs- und Renaturierungsmaßnahmen planerisch entwerfen, - hydraulische Nachweise für naturnahe Gewässerstrecken führen, - Anlagen zur Herstellung der Durchgängigkeit und zum Fischschutz bemessen und - ethohydraulische Methoden zur fischökologischen Bewertung wasserbaulicher Situationen anwenden				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme Erfolgreiche Teilnahme an den Modulen „Grundlagen der Rohr- und Gerinnehydraulik“ (13-L2-M021) , „Wasserbau II: Flussbau, Hochwasserschutz und Wasserkraftnutzung“ (13-L2-M001/3) und „Wasserbau II“ (13-L2-M002)				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche Prüfung, Dauer: 30 Min., Standard BWS) 				
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Modulabschlussprüfung(en)				
6	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche Prüfung, Gewichtung: 1) 				
7	Verwendbarkeit des Moduls				

8	Notenverbesserung nach §25 (2)		
9	Literatur Begleitmaterial, Folienhandouts, Skripte und Literaturhinweise werden im Rahmen der Kursstunden ausgegeben		
Enthaltene Kurse			
	Kurs-Nr. 13-L2-0011-vl	Kursname Wasserbau III: Verkehrswasserbau, Gewässerentwicklung, Ökohydraulik	
	Dozent/in Prof. Dr.-Ing. Boris Lehmann	Lehrform Vorlesung	SWS 2

Modulname Wasserbau IV: Wasserbauliches Versuchswesen					
Modul Nr.	Leistungspunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
13-L2-M003/3	3 CP	90 h	60 h	1 Semester	Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr.-Ing. Boris Lehmann		
1	Lerninhalt Wasserbauliches Versuchswesen - Veranlassung und Einsatzmöglichkeiten - Ähnlichkeitsmechanik, Modellgesetze - Planung und Bemessung wasserbaulicher Versuche - Modelle mit fester Sohle - Modelle mit beweglicher Sohle - Hydraulisch kurze Modelle - Modellfamilien - Hybride Modelle Hydrometrie - Grundlagen - Messmethoden - Messinstrumente - Auswertung von Messdaten				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Durch das erfolgreiche Ablegen der Modulabschlussprüfung können die Studierenden - wasserbauliche Modellversuche bemessen und planen und durchführen, - Modellfamilien benennen, - unterschiedliche Lösungen aus Modellversuchen abwägen und fachlich bewerten, - den Einsatz von Modellversuchen sachlich verständlich erläutern, - hydrometrische Messmethoden und -prinzipien mit ihren Vor- und Nachteilen erläutern				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme Erfolgreiche Teilnahme am Modul „Grundlagen der Rohr- und Gerinnehydraulik“ (13-L2-M021) Empfohlen: Module „Wasserbau II: Flussbau, Hochwasserschutz und Wasserkraftnutzung“ (13-L2-M001/3) , „Wasserbau II“ (13-L2-M002) und „Wasserbau III“ (13-L2-M003/3)				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche Prüfung, Dauer: 30 Min., Standard BWS) 				
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Modulabschlussprüfung(en)				
6	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche Prüfung, Gewichtung: 1) 				
7	Verwendbarkeit des Moduls				
8	Notenverbesserung nach §25 (2)				
9	Literatur				

Begleitmaterial, Folienhandouts, Skripte und Literaturhinweise werden im Rahmen der Kursstunden ausgegeben

Enthaltene Kurse

Kurs-Nr. 13-L2-0005-v1	Kursname Wasserbau IV: Wasserbauliches Versuchswesen		
Dozent/in Prof. Dr.-Ing. Boris Lehmann		Lehrform Vorlesung	SWS 2

Modulname Wind-, Wasser- und Wellenkraft					
Modul Nr. 16-10-5220	Leistungspunkte 4 CP	Arbeitsaufwand 120 h	Selbststudium 90 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Wintersemester
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr.-Ing. Peter Pelz		
1	Lerninhalt Fluidkraft- und Fluidarbeitssysteme; Systemoptimierung vs. Moduloptimierung; Absolutes Maß für Energieumwandlungsprozesse; Betrieb eines Wasserkraftwerkes als Optimierungsaufgabe; Auswahl von Maschinen mittels Cordier-Diagramm; Skalierung des Wirkungsgrades; Optimaler Betrieb einer Windkraftanlage; Auslegung von Windkraftanlagen; Konstruktive Lösungen für Wellenkraftanlagen				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Nachdem die Studierenden die Lerneinheit erfolgreich abgeschlossen haben, sollten sie in der Lage sein: <ol style="list-style-type: none"> 1. Fluidkraftsysteme hinsichtlich der Energieumwandlung zu beurteilen. 2. Fluidkraftsysteme zu optimieren und zu skalieren. 3. Wind-, Wasser- und Wellenkraftanlagen auszulegen. 4. Methoden der Strukturmechanik, Thermodynamik und Strömungsmechanik auf Fluidkraftsysteme anzuwenden und konstruktiv und innovativ im gesellschaftlichen Kontext zu diskutieren. 				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme Technische Mechanik und Technische Strömungslehre empfohlen				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Standard BWS) Klausur 90 min oder mündliche Prüfung 30 min				
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Prüfungsleistung				
6	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100 %) 				
7	Verwendbarkeit des Moduls WPB Master MPE II (Kernlehrveranstaltungen aus dem Maschinenbau) WPB Master PST III (Wahlfächer aus Natur- und Ingenieurwissenschaft)				
8	Notenverbesserung nach §25 (2)				
9	Literatur Robert Gasch; Jochen Twele: Windkraftanlagen, Grundlagen, Entwurf, Planung und Betrieb, Verlag Teubner. Albert Betz: Einführung in die Theorie der Strömungsmaschinen, Verlag G. Braun Karlsruhe. Peter Pelz: On the upper limit for hydropower in an open channel flow, Article 2011 in: Journal of Hydraulic Engineering, URI: http://tubiblio.ulb.tu-darmstadt.de/id/eprint/41338 . Johannes Falnes: Ocean Vaves and Oscillating Systems, Cambridge University Press.				
Enthaltene Kurse					
	Kurs-Nr. 16-10-5220-vl	Kursname Wind-, Wasser- und Wellenkraft			
	Dozent/in Prof. Dr.-Ing. Peter Pelz			Lehrform Vorlesung	SWS 2

2.4.6 Elektrische Energie

Modulname Hochspannungsschaltgeräte und -anlagen					
Modul Nr. 18-kc-2020	Leistungspunkte 3 CP	Arbeitsaufwand 90 h	Selbststudium 60 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Sommersemester
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr. Claus Neumann		
1	Lerninhalt Die Vorlesung behandelt den grundlegenden Aufbau von Hochspannungsschaltanlagen sowie Aufbau und Funktion von Hochspannungsschaltgeräten: <ul style="list-style-type: none"> • Schaltvorgänge und -beanspruchungen, Schaltaufgaben • Lichtbogenverhalten in Luft, SF6 und Vakuum • Schaltgeräte: Erdungsschalter, Trennschalter, Leistungsschalter • Aufbau, Funktion und Schaltverhalten von Trenn- und Erdungsschaltern in Freiluft und SF6 • Aufbau, Funktion und Schaltverhalten von Leistungsschaltern: Vakuumschalter, Druckluft- und SF6-Schalter (Blaskolbenschalter und Selbstblasschalter) • Beanspruchungen von Trenn- und Erdungsschaltern im Kurzschlußfall • Prüfungen von Schaltgeräten • Zuverlässigkeitsbetrachtungen von Hochspannungsschaltern • Zukünftige Entwicklungstendenzen: Intelligente Steuerung, Halbleiterschalter, Supraleitende Schalter 				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Der Student sollte die Aufgaben und Funktionen von Hochspannungsschaltgeräten sowie deren Einsatz in Hochspannungsschaltanlagen verstehen.				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme Besuch der Vorlesungen Hochspannungstechnik I und II wird empfohlen				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche Prüfung, Dauer: 45 Min., Standard BWS) 				
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Modulabschlussprüfung				
6	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche Prüfung, Gewichtung: 100 %) 				
7	Verwendbarkeit des Moduls MSc etit, BSc/MSc iST, MSc Wi-etit, MSc ESE				
8	Notenverbesserung nach §25 (2)				
9	Literatur Vorlesungsskript und Folien werden zur Verfügung gestellt				
Enthaltene Kurse					
	Kurs-Nr. 18-kc-2020-v1	Kursname Hochspannungsschaltgeräte und -anlagen			
	Dozent/in Prof. Dr. Claus Neumann			Lehrform Vorlesung	SWS 2

Modulname Energiekabelanlagen					
Modul Nr. 18-hs-2140	Leistungspunkte 3 CP	Arbeitsaufwand 90 h	Selbststudium 60 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Wintersemester
Sprache Deutsch/Englisch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr.-Ing. Jutta Hanson		
1	Lerninhalt In der Vorlesung wird neben theoretischen Kenntnissen auch die Praxis der Kabel- und garniturentechnik vermittelt. Dabei werden technische Fragen, wie z.B. Wasserempfindlichkeit von Kunststoffkabeln, Kabelabnahme, Prüfung von bereits verlegten Kabeln oder neueste Entwicklungen z.B. auf dem Gebiet der Supraleitung, u.ä. behandelt. Die Inhalte der Vorlesung sind: <ul style="list-style-type: none"> • Kabelaufbau: Materialien/Anforderungen/Design • Kabelherstellung: Leiter / Extrusion / Schirm/Mantel (Öl-Papierisolierung) Armierung • Qualitätsanforderungen: Routine- / Auswahl- / Typen- u. Langzeitprüfung / ISO 9001, Normen, Alterung, Lebensdauer • Garniturentechnik: Muffen/Endverschlüsse / Materialien / Feldsteuerung / Leiterverbindung • Kabelsystemtechnik: Belastbarkeit / mech. Anforderung / ind. Spannungen / Kurzschlussanforderung / transiente Anforderungen/Montagetechniken • Projektierung und Betrieb: Trassierung / Verlegung / Inbetriebnahme / Monitoring / Wartung • Entwicklungstendenzen: Hochtemperatursupraleitung, Seekabel, DC-Kabel, forcierte Kühlung, GIL 				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Die Studierenden lernen den grundsätzlichen Aufbau eines Kabels kennen. Sie lernen die technischen Anforderungen an Material und Design eines Hochspannungskabels. Die Grundlagen der Fertigungstechnik werden dabei ebenso erlernt wie die notwendigen Prüfungen. Die Studierenden sind zudem in der Lage neue Entwicklungstendenzen in der Kabeltechnik einschätzen zu können.				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme BSc. ETiT, Vertiefung EET				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Dauer: 90 Min., Standard BWS) Die Prüfung erfolgt durch eine Klausur (Dauer: 90 Min.). Falls absehbar ist, dass sich weniger als 4 Studierende anmelden, erfolgt die Prüfung mündlich (Dauer: 30 Min.). Die Art der Prüfung wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.				
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Modulabschlussprüfung				
6	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100 %) 				
7	Verwendbarkeit des Moduls MSc ETiT				
8	Notenverbesserung nach §25 (2)				
9	Literatur Englischsprachige Folien, zzgl. Literaturquellen				
Enthaltene Kurse					

Kurs-Nr. 18-hs-2140-vl	Kursname Energiekabelanlagen		
Dozent/in Prof. Dr.-Ing. Jutta Hanson, Dr. Ing. Johannes Kaumanns		Lehrform Vorlesung	SWS 2

Modulname Hochspannungstechnik II					
Modul Nr. 18-kc-2010	Leistungspunkte 4 CP	Arbeitsaufwand 120 h	Selbststudium 75 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Sommersemester
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr. Myriam Koch		
1	Lerninhalt Geschichtete Dielektrika, Maßnahmen zur Feld- und Potentialsteuerung, Gasdurchschlag (Luft und SF6), Oberflächenentladungen, Blitzentladungen / Blitzschutz, Vakuumdurchschlag, Wanderwellenvorgänge auf Leitungen; Exkursion in eine Schaltanlage				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden Felddoptimierungen durch gezielte Auslegung des Dielektrikums, durch kapazitive, refraktive oder resistive Steuerbeläge und durch externe Steuerelektroden vornehmen; sie haben damit verstanden, warum Geräte der elektrischen Energieversorgung so konstruiert sind wie sie sind und an welchen Stellen optimiert werden kann oder muss, wenn sich die Anforderungen ändern; sie haben die physikalischen Vorgänge beim Durchschlag von Gasen verstanden und wissen, welche Parameter deren elektrische Festigkeit beeinflussen; sie kennen die Auswirkungen stark inhomogener Elektrodenanordnungen und extrem großer Schlagweiten; sie kennen die zeitlichen Abhängigkeiten eines Gasdurchschlags und deren Auswirkungen auf die elektrische Festigkeit bei Impulsspannungsbeanspruchung; sie sind in der Lage, Gleitanordnungen zu erkennen und wissen, welche Probleme unter Fremdschichtbeanspruchung auftreten und wie sie zu lösen sind; sie sind damit in der Lage, Vorhersagen zur elektrischen Festigkeit beliebiger Elektroden- und Isolieranordnungen bei beliebigen Spannungsbeanspruchungen zu treffen, bzw. gezielt einem Gerät eine bestimmte elektrische Festigkeit zu geben; sie sind speziell in der Lage, die Probleme künftiger UHV- Systeme zu erkennen und zu lösen; sie haben den Mechanismus von Gewitter und Blitzeinschlägen verstanden und können daraus abgeleitete Schutzmaßnahmen - z.B. Gebäudeschutz und Blitzschutz von Schaltanlagen und Freileitungen - nachvollziehen und weiterentwickeln; sie können sicher mit Wanderwellenvorgängen auf Leitungen umgehen und damit entstehende Überspannungen berechnen sowie gezielte Abhilfemaßnahmen ableiten.				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme Hochspannungstechnik I				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Dauer: 120 Min., Standard BWS) 				
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Modulabschlussprüfung				
6	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Gewichtung: 100 %) 				
7	Verwendbarkeit des Moduls MSc ETiT, MSc Wi-ETiT				
8	Notenverbesserung nach §25 (2)				
9	Literatur <ul style="list-style-type: none"> • Eigenes Skript (ca. 140 Seiten) • Sämtliche VL-Folien (ca. 460 Stck.) zum Download 				
Enthaltene Kurse					

Kurs-Nr. 18-kc-2010-vl	Kursname Hochspannungstechnik II		
Dozent/in Prof. Dr. Myriam Koch		Lehrform Vorlesung	SWS 2
Kurs-Nr. 18-kc-2010-ue	Kursname Hochspannungstechnik II		
Dozent/in Prof. Dr. Myriam Koch		Lehrform Übung	SWS 1

Modulname Gasisolierte Schaltanlagen und Leitungen					
Modul Nr. 18-hs-2180	Leistungspunkte 3 CP	Arbeitsaufwand 90 h	Selbststudium 60 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Wintersemester
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr.-Ing. Jutta Hanson		
1	Lerninhalt <ul style="list-style-type: none"> • Einleitung, Eigenschaften des Isoliergases Schwefelhexafluorid (SF₆) und des Mischgases SF₆/N₂, Umgang mit SF₆ • Historische Entwicklung gasisolierter Systeme, Lebensdauer, Altersstatistik, Platzverbrauch • Komponenten und Aufbau einer GIS (3-phasig, 1-phasig; Durchführungen, Isolatoren, Trenner, Erder, Leistungsschalter, Wandler, Kabelmodul, Ableiter, Sammelschiene; Partikelfalle; Sekundärtechnik) • Prüfanforderungen und Prüfungen von GIS • Isolationskoordination und Überspannungsschutz, Verhalten bei VFTO • Defekte in GIS und deren Diagnosemöglichkeiten • Gasisolierte Mittelspannungsschaltanlagen • Gasisolierte Leitungen (Aufbau, Legarten, Vergleich zu Kabel / Freileitung) • Stromtragfähigkeit und thermomechanische Spannungen • Alternative Isoliergase zu SF₆ zur Anwendung in Eco-GIS / - GIL (F-Ketone, F-Nitrile, Clean Air etc.) • Gas-Feststoff-Isoliersysteme unter Gleichspannungsbelastung • Spezielle Herausforderungen bei Gleichspannung (Einflussfaktoren, Partikel, Prüfung) 				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Die Studierenden kennen die Eigenschaften des technischen Isoliergases Schwefelhexafluorid (SF ₆). Ihnen ist die Treibhauspotenzial-Thematik bewusst, und sie kennen den korrekten Umgang mit SF ₆ . Außerdem kennen sie die derzeit als Alternativen gehandelten Isoliergase für Eco-Anwendungen. Die Studierenden wissen, welche Vor- und Nachteile gasisolierte Systeme (GIS) gegenüber luftisolierten Systemen im Energieversorgungsnetz aufweisen und haben verstanden, für welche Anwendungsgebiete sich GIS deshalb eignen. Dazu kennen sie den grundsätzlichen Aufbau solcher Anlagen der Mittel- und Hochspannungstechnik und können die Eigenschaften der einzelnen Komponenten beschreiben. Die Studierenden haben die Prüfanforderungen verstanden und können Stück-, Typ- und Inbetriebnahmeprüfungen unterscheiden. Sie wissen, warum VFTO bei der Isolationskoordination berücksichtigt werden müssen und welche Maßnahmen zum Überspannungsschutz von GIS getroffen werden können. Die Studierenden kennen die in GIS auftretenden Defekte und deren Diagnosemöglichkeiten. Sie kennen die unterschiedlichen Legarten gasisolierter Leitungen (GIL) und sind in der Lage, GIL mit anderen Betriebsmitteln der Energieübertragung zu vergleichen. Außerdem können sie die Stromtragfähigkeit einfacher gasisolierter Leitungen berechnen und daraus entstehende thermomechanische Spannungen bewerten. Die Studierenden haben verstanden, welche unterschiedlichen Anforderungen an das Isoliersystem hinsichtlich Gleich- und Wechselspannungsbelastung gestellt werden und welche Auswirkungen diese auf Design und Prüfung von DC-GIS und DC-GIL haben.				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme HST I and HST II				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche Prüfung, Dauer: 30 Min., Standard BWS) 				
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Modulabschlussprüfung				
6	Benotung				

	Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche Prüfung, Gewichtung: 100 %) 		
7	Verwendbarkeit des Moduls		
8	Notenverbesserung nach §25 (2)		
9	Literatur Die Vorlesungsfolien sowie weiteres unterstützendes Lehrmaterial können von der HST-Homepage heruntergeladen werden: http://www.hst.tu-darmstadt.de . IEC-Vorschriften können während der Vorlesungszeit ausgeliehen werden.		
Enthaltene Kurse			
	Kurs-Nr. 18-hs-2180-v1	Kursname Gasisolierte Schaltanlagen und Leitungen	
	Dozent/in Dr.-Ing. Maria Kosse, Prof. Dr.-Ing. Jutta Hanson		Lehrform Vorlesung SWS 2

Modulname Blitzphysik und Blitzschutz					
Modul Nr. 18-kc-2030	Leistungspunkte 3 CP	Arbeitsaufwand 90 h	Selbststudium 60 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Sommersemester
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr. Myriam Koch		
1	Lerninhalt <ul style="list-style-type: none"> • Gewitter- und Wolkentypen, deren Entstehung, Elektrifizierung • Blitze, Terminologie, Typen, Ladungstransfers, typische Kenndaten • Streamer-Leaderprozess bei großen Schlagweiten • Elektrische und magnetische Felder bei Blitzentladungen • Modellvorstellung des Hauptblitzes, Behandlung der Ladung im Blitzkanal und dessen Neutralisierung. • Berechnungsmöglichkeiten mit der „finite difference time domain“-Methode • Blitzortung, Technische Ausnutzung der Feldinformationen bei einem Blitzeinschlag • Spezielle Blitzphänomene und Behandlung von Mythen • Blitzschäden und Folgen • Blitzschutz und Bedrohungsgrößen, Geschichtliche Darstellung zur Vermeidung von Blitzschäden sowie Darstellung der heute gängigen normativen Konzepte. • Äußerer Blitzschutz, Fang-, Ableit- und Erdungseinrichtungen, sowie Potentialausgleich und Trennungsabstände. • Innerer Blitzschutz, Staffelschutz, Installation von Überspannungsschutz in den verschiedenen Installationsstopographien • Freileitungsblitzschutz, Fehlermöglichkeiten und Effekte, sowie Möglichkeiten zur Verbesserung der Blitzschutzes • Blitzschutz an Windenergieanlagen 				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse <p>Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls kennen die Studierenden die Entstehung, Ausbildung und die Wirkungen eines natürlichen Blitzes. Sie können die verschiedenen Blitzarten unterscheiden und kennen die typischen Parameter der verschiedenen Stromkomponenten. Sie wissen, dass es im weltweiten Vergleich starke Unterschiede hinsichtlich der Parameter und Typen geben kann und worin diese begründet sind. Sie lernen welche Stromkomponenten eine technische Relevanz beim Blitz- und Überspannungsschutz, aber auch bei der Frühwarnung und der Ortung, besitzen. Es werden die gängigsten Modellvorstellungen zur Annäherung eines Blitzes an die Erdoberfläche sowie zum eigentlichen Hauptblitz bekannt sein. Die einzelnen Bedrohungspotenziale, sowie die Wege diesen entgegen zu wirken, können benannt und berechnet werden.</p> <p>Die Studierenden lernen, wie der normative äußere und innere Gebäudeblitzschutz durchgeführt wird. Sie kennen die verschiedenen Blitzschutzklassen und Schutzraummodelle und können diese auf Gebäude und Windenergieanlagen anwenden. Sie kennen die Probleme bei der Modellvorstellung und der Berechnung aller Feldkomponenten und kennen die gängigen Simulationsverfahren. Die Studierenden haben verstanden, wo die Unsicherheiten in der heutigen Blitzforschung und dem Blitzschutz bestehen und welche Vorgänge noch nicht restlos erklärt werden können.</p> <p>Die Studierenden werden gegenüber unkonventionellem Blitzschutz, der nicht normativ sanktioniert ist, und verschiedenen Forschungsergebnissen sensibilisiert sein.</p>				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme Empfohlen wird: BSc etit, BSc Wi-etit				
4	Prüfungsform				

	Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Dauer: 120 Min., Standard BWS) Die Prüfung erfolgt durch eine Klausur (Dauer: 120 Min.). Falls absehbar ist, dass sich weniger als 10 Studierende anmelden, erfolgt die Prüfung mündlich (Dauer: 30 Min.). Die Art der Prüfung wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.		
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Modulabschlussprüfung		
6	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100 %) 		
7	Verwendbarkeit des Moduls MSc etit, MSc Wi-etit		
8	Notenverbesserung nach §25 (2)		
9	Literatur Die Vorlesungsfolien sowie weiteres unterstützendes Lehrmaterial werden bereitgestellt. IEC-Vorschriften können während der Vorlesungszeit ausgeliehen werden. <ul style="list-style-type: none"> • Blitz und Blitzschutz, F. Heidler, K. Stimper, ISBN 978-3-8007-2974-6 • Handbuch für Blitzschutz und Erdung, P. Hasse, J. Wiesinger, W. Zischank, ISBN 978-3-7905-0657-0 • Blitzschutzanlagen: Erläuterungen zu DIN 57 185/VDE 0185, VDE-Verlag, ISBN 978-3-8007-1303-9 • Lightning, Physics and Effects, V.A. Rakov, M.A. Uman, ISBN 978-0-521-03541-5 • Lightning Physics and Lightning Protection, E.M. Bazelyan, Y.P. Raizer, ISBN 978-0-750-30477-1 • Electromagnetic Computation Methods for Lightning Surge Protection Studies, Y. Baba, V.A. Rakov, ISBN 978-1-118-27563-4 • Lightning Electromagnetics, V. Cooray, ISBN 978-1-84919-215-6 • Lightning: Principles, Instruments and Application, H.D. Betz, U. Schumann, P. Laroche, ISBN 978-1-4020-9078-3 		
Enthaltene Kurse			
	Kurs-Nr. 18-kc-2030-vl	Kursname Blitzphysik und Blitzschutz	
	Dozent/in Dr.-Ing. Martin Hannig, Prof. Dr. Myriam Koch		Lehrform Vorlesung SWS 2

Modulname Advanced Power Electronics					
Modul Nr. 18-gt-2010	Leistungspunkte 5 CP	Arbeitsaufwand 150 h	Selbststudium 90 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Wintersemester
Sprache Englisch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr.-Ing. Gerd Griepentrog		
1	Lerninhalt Reales Verhalten von Leistungshalbleitern: Halbleitergrundlagen; Verhalten von Diode, bipolarer Transistor, Thyristor, GTO, MOSFET und IGBT Schaltungen zum verlustarmen Schalten realer Halbleiter: Löschschaltungen für Thyristoren, Entlastungsschaltungen und quasi-resonanten Schaltungen, Resonantes Schalten Thermische Auslegung und thermomechanische Alterung von leistungselektronischen Systemen Zuverlässigkeit von leistungselektronischen Systemen Topologien und Ansteuerverfahren für Mehrpunktumrichter				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage: <ol style="list-style-type: none"> 1. den Aufbau und die prinzipielle Funktionsweise von Leistungshalbleitern (Diode, Thyristor, GTO, Mosfet und IGBT) darzustellen und deren stationäre und dynamische Eigenschaften zu beschreiben. 2. die Grundsaltungen für potentialbrennende Gleichspannungswandler, insbesondere für Schaltnetzteile darzustellen sowie die darin auftretenden Ströme und Spannungen unter idealisierenden Annahmen zu berechnen. 3. die wichtigsten Eigenschaften der Gate-Treiberschaltungen für IGBTs darstellen 4. die thermischen Beanspruchung und die Auslegung der Kühleinrichtung für spannungseinprägende Wechselrichter mit IGBTs zu berechnen 5. die Entlastungsschaltungen zur Reduktion der Schaltverluste darzustellen. 6. die Strom- und Spannungsverläufe in quasi-resonanten und resonanten Schaltungen der Leistungselektronik zu berechnen 7. Mehrpunktumrichter sowie deren Vor- und Nachteile zu erklären (3L-NPC und MMC) 8. Kühlkonzepte zu kennen und eine Kühlung auszulegen sowie die Einflüsse auf die Lebensdauer zu kennen 				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme BSc ETiT oder Gleichwertiges insbes. Leistungselektronik 1 und Halbleitergrundlagen				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Dauer: 90 Min., Standard BWS) 				
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Modulabschlussprüfung				
6	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Gewichtung: 100 %) 				
7	Verwendbarkeit des Moduls MSc ETiT, MSc EPE, Wi-ETiT				
8	Notenverbesserung nach §25 (2)				
9	Literatur				

Skript verfügbar (als Download in Moodle)

Literatur:

- Schröder, D.: "Leistungselektronische Schaltungen", Springer-Verlag, 1997
- Mohan, Undeland, Robbins: Power Electronics: Converters, Applications and Design; John Wiley Verlag; New York; 2003
- Luo, Ye: "Power Electronics, Advanced Conversion Technologies", Taylor and Francis, 2010

Enthaltene Kurse

Kurs-Nr. 18-gt-2010-vl	Kursname Advanced Power Electronics		
Dozent/in Prof. Dr.-Ing. Gerd Griepentrog		Lehrform Vorlesung	SWS 2
Kurs-Nr. 18-gt-2010-ue	Kursname Advanced Power Electronics		
Dozent/in Prof. Dr.-Ing. Gerd Griepentrog		Lehrform Übung	SWS 2

Modulname Anwendungen, Simulation und Regelung leistungselektronischer Systeme					
Modul Nr. 18-gt-2030	Leistungspunkte 8 CP	Arbeitsaufwand 240 h	Selbststudium 180 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes Semester
Sprache Deutsch/Englisch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr.-Ing. Gerd Griepentrog		
1	Lerninhalt Bei einem Einführungstreffen werden Themen aus den Gebieten der Leistungselektronik und der Antriebsregelung an die Studierenden vergeben. Im Rahmen der Veranstaltung können Fragestellungen zu folgenden Themen bearbeitet werden: <ul style="list-style-type: none"> • Simulation leistungselektronischer Systeme sowie Analyse und Bewertung der Modelle • Aufbau und Inbetriebnahme leistungselektronischer Systeme, Prüfstandentwicklung sowie Messung charakteristischer Parameter • Modellbildung und Simulation im Bereich der Regelung elektrischer Antriebe • Aufbau und Inbetriebnahme von geregelten Antriebssystemen • Eigene Themenvorschläge können grundsätzlich berücksichtigt werden 				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls haben die Studierenden gelernt: <ul style="list-style-type: none"> • Selbstständiges Einarbeiten in eine vorgegebene Fragestellung • Auswahl und Bewertung geeigneter Entwicklungswerkzeuge • Kompetenzerwerb beim Umgang mit den verwendeten Entwicklungsumgebungen • Praktische Einblicke in die Leistungselektronik und Antriebsregelung • Logische Darstellung der Ergebnisse in einem Bericht • Präsentationstechniken 				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme Vorlesung „Leistungselektronik 1“ oder „Einführung Energietechnik“ und ggf. „Regelungstechnik I“				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Studienleistung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Standard BWS) Bericht und/oder Präsentation und/oder Kolloquium. Die Art der Prüfung wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.				
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Modulabschlussprüfung				
6	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Studienleistung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100 %) 				
7	Verwendbarkeit des Moduls MSc ETiT, MSc Wi-ETiT, MSc MEC				
8	Notenverbesserung nach §25 (2)				
9	Literatur Themenstellung der Projektaufgabe				
Enthaltene Kurse					

Kurs-Nr. 18-gt-2030-se	Kursname Anwendungen, Simulation und Regelung leistungselektronischer Systeme		
Dozent/in Prof. Dr.-Ing. Gerd Griepentrog	Lehrform Seminar	SWS 4	

Modulname Energy Converters - CAD and System Dynamics					
Modul Nr. 18-bi-2010	Leistungspunkte 7 CP	Arbeitsaufwand 210 h	Selbststudium 135 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Wintersemester
Sprache Englisch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr. techn. Dr.h.c. Andreas Binder		
1	Lerninhalt Entwurf von Käfig- und Schleifringläufer-Asynchronmaschinen: Berechnung der Kräfte, Drehmomente, Verluste, Wirkungsgrad, Kühlung und Erwärmung. Dynamisches Betriebsverhalten von stromrichter gespeisten Gleichstrommaschinen und netz- und umrichter gespeisten Drehfeldmaschinen. Anwendung der Raumzeigertheorie auf Stosskurzschluss, Lastsprünge, Hochlauf. Beschreibung der E- Maschinen als Regelstrecken für die Automatisierung. In den Übungen wird der analytische Entwurf von E-Maschinen vertieft und mit Computerprogrammen ergänzt. Die transiente Berechnung elektrischer Maschinen mit Hilfe der Laplace-Transformation und mit dem Programmpaket MATLAB/Simulink wird geübt.				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage, <ol style="list-style-type: none"> 1. den elektromagnetischen Entwurf von Asynchronmaschinen selbständig analytisch und mit einem Auslegungsprogramm durchführen und erläutern zu können, 2. das thermische Betriebsverhalten elektrischer Antriebe zu verstehen und einfache Temperatur-Prognosen selbst durchführen zu können, 3. das instationäre Betriebsverhalten von Gleichstrommaschinen zu verstehen und für fremderregte Antriebe vorausberechnen zu können 4. den dynamischen Betrieb von Drehfeldmaschinen anhand des Raumzeigerkalküls vorhersagen und mit dem Programm MATLAB/Simulink berechnen zu können. 				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme Bachelor-Abschluss Elektrotechnik, elektrische Energietechnik oder Vergleichbares				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Dauer: 120 Min., Standard BWS) 				
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Modulabschlussprüfung				
6	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Gewichtung: 100 %) 				
7	Verwendbarkeit des Moduls MSc ETiT, MSc MEC, MSc EPE				
8	Notenverbesserung nach §25 (2) Es wird zu Beginn des Semesters angekündigt, ob es vorlesungsbegleitende Hausaufgaben gibt, die eine Notenverbesserung ermöglichen.				
9	Literatur				

Ausführliches Skript und Aufgabensammlung; PowerPoint-Folien

- W. Leonhard: Control of electrical drives, Springer Vieweg, 2001
- A. Fitzgerald, A. Kusko, C. Kingsley: Electric machinery, McGraw-Hill, 2002
- G. McPherson: An Introduction to Electrical Machines and Transformers, Wiley, 1990
- M. Say: Alternating Current Machines, Wiley, 1983
- M. Say, E. Taylor: Direct Current Machines, Pitman, 1986
- P. Vas: Vector Control of AC Machines, Oxford Univ. Press, 1990
- D. Novotny, T. Lipo: Vector Control and Dynamics of AC Drives, Clarendon, 1996

Enthaltene Kurse

Kurs-Nr. 18-bi-2010-vl	Kursname Energy Converters - CAD and System Dynamics		
Dozent/in Prof. Dr. techn. Dr.h.c. Andreas Binder		Lehrform Vorlesung	SWS 3
Kurs-Nr. 18-bi-2010-ue	Kursname Energy Converters - CAD and System Dynamics		
Dozent/in Prof. Dr. techn. Dr.h.c. Andreas Binder		Lehrform Übung	SWS 2

Modulname Neue Technologien bei elektrischen Energiewandlern und Aktoren					
Modul Nr. 18-bi-2040	Leistungspunkte 4 CP	Arbeitsaufwand 120 h	Selbststudium 75 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Sommersemester
Sprache Deutsch/Englisch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr. techn. Dr.h.c. Andreas Binder		
1	Lerninhalt Ziel: Der Einsatz neuer Technologien, nämlich Supraleitung, magnetische Schwebetechniken und magneto- hydrodynamische Wandlerprinzipien, werden den Studierenden nahegebracht. Die prinzipielle physikalische Wirkungsweise, ausgeführte Prototypen und der aktuelle Stand der Entwicklung werden ausführlich erläutert. Inhalt: Anwendung der Supraleiter für elektrische Energiewandler: <ul style="list-style-type: none"> • rotierende elektrische Maschinen (Motoren und Generatoren) • Magnetspulen für die Fusionsforschung, • Lokomotiv- und Bahntransformatoren, • magnetische Lagerung. Aktive magnetische Lagerung („magnetisches Schweben“): <ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen der magnetischen Schwebetechnik, • Lagerung von Hochdrehzahltrieben im kW- bis MW-Bereich, • Einsatz für Hochgeschwindigkeitszüge mit Linearantrieben. Magneto hydrodynamische Energiewandlung: <ul style="list-style-type: none"> • Physikalisches Wirkprinzip, • Stand der Technik und Perspektiven. Fusionsforschung: <ul style="list-style-type: none"> • Magnetfeldanordnungen für den berührungslosen Plasmaeinschluß, • Stand der aktuellen Forschung. 				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Nach Abschluss des Moduls haben Studierende Basiskenntnisse zur energietechnischen Anwendung der Supralei- tung und des magnetischen Schwebens, der magneto hydrodynamischen Energiewandlung und der Fusionstech- nologie und ihre aktuellen Anwendungen verstanden.				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme Physik, Elektrische Maschinen und Antriebe, Energietechnik				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Dauer: 60 Min., Standard BWS) 				
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Modulabschlussprüfung				
6	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Gewichtung: 100 %) 				
7	Verwendbarkeit des Moduls MSc EPE, MSc ETiT, MSc MEC, MSc WI-ETiT				
8	Notenverbesserung nach §25 (2)				
9	Literatur				

Ausführliches Skript

- Komarek, P.: Hochstromanwendungen der Supraleitung, Teubner, Stuttgart, 1995
- Buckel, W.: Supraleitung, VHS-Wiley, Weinheim, 1994
- Schweitzer, G.; Traxler, A.; Bleuler, H.: Magnetlager, Springer, Berlin, 1993
- Schmidt, E.: Unkonventionelle Energiewandler, Elitera, 1975

Enthaltene Kurse

Kurs-Nr. 18-bi-2040-vl	Kursname Neue Technologien bei elektrischen Energiewandlern und Aktoren		
Dozent/in Prof. Dr. techn. Dr.h.c. Andreas Binder		Lehrform Vorlesung	SWS 2
Kurs-Nr. 18-bi-2040-ue	Kursname Neue Technologien bei elektrischen Energiewandlern und Aktoren		
Dozent/in Prof. Dr. techn. Dr.h.c. Andreas Binder		Lehrform Übung	SWS 1

Modulname Elektrothermische Prozesstechnik					
Modul Nr. 18-bi-2070	Leistungspunkte 3 CP	Arbeitsaufwand 90 h	Selbststudium 60 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Wintersemester
Sprache Deutsch/Englisch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr. techn. Dr.h.c. Andreas Binder		
1	Lerninhalt Einführend werden die technische und wirtschaftliche Bedeutung der elektrothermischen Prozesstechnik und die Vorteile, Eigenschaften und Einsatzbereiche von Elektrowärmeverfahren an Hand von ausgewählten Beispielen vorgestellt. Im zweiten Teil der Vorlesung werden die wärme- und elektrotechnischen Grundlagen vermittelt, die zum Verständnis der unterschiedlichen Elektrowärmevorgänge erforderlich sind. Der Hauptteil der Vorlesung behandelt die Anwendung von elektrothermischen Prozessen, wie beispielsweise induktive Erwärmung (Schwerpunkt), konduktive und dielektrische Erwärmung sowie indirekte Widerstandserwärmung. Es werden Praxisbeispiele vorgestellt und erläutert, wie diese mittels computergestützten Programmen (FEM-basierte numerische Simulationsmodelle) sowie analytischen Methoden (Berechnung elektro-magnetischer Felder) ausgelegt werden. Abschließend werden Sonderverfahren wie die Laserstrahlerwärmung vorgestellt.				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Verständnis der Auslegungs- und Berechnungsverfahren für die Elektroprozesstechnik und der aktuellen Anwendungen				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme Bachelor-Abschluss Elektrotechnik oder Mechatronik				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Dauer: 80 Min., Standard BWS) 				
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Modulabschlussprüfung				
6	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Gewichtung: 100 %) 				
7	Verwendbarkeit des Moduls MSc ETiT, MSc MEC, MSc EPE, MSc Wi-ETiT				
8	Notenverbesserung nach §25 (2)				
9	Literatur Vorlesungsskript; Fasholz, J., Orth, G.: Induktive Erwärmung, RWE Energie AG, Essen, 4. Aufl., 1991; Nacke, B.; Baake, E. (Hsg.): Induktives Erwärmen, Vulkan-Verlag, 2014				
Enthaltene Kurse					
	Kurs-Nr. 18-bi-2070-vl	Kursname Elektrothermische Prozesstechnik			
	Dozent/in Dr.-Ing. Jörg Neumeyer, Prof. Dr. techn. Dr.h.c. Andreas Binder			Lehrform Vorlesung	SWS 2

Modulname Energietechnisches Praktikum I					
Modul Nr. 18-bi-2091	Leistungspunkte 5 CP	Arbeitsaufwand 150 h	Selbststudium 105 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Wintersemester
Sprache Deutsch/Englisch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr. techn. Dr.h.c. Andreas Binder		
1	Lerninhalt Sicherheitsbelehrung zu elektrischen Betriebsmitteln; Inhalt der Versuche: <ul style="list-style-type: none"> • Elektrische Energiewandlung • Leistungselektronik • Hochspannungstechnik • Elektrische Energieversorgung • Regenerative Energien 				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Nach Abschluss des Moduls haben die Studierenden gelernt in Kleingruppen Aufgabenstellungen aus der elektrischen Energietechnik praktisch zu bearbeiten.				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme Elektrische Energietechnik oder Vergleichbares				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Studienleistung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Standard BWS) Bericht (einschließlich Abgabe von Quellcode) und/oder Präsentation und/oder mündliche Prüfung (25 Minuten) und/oder Kolloquium (Testat), jedoch nie mehr als zwei daraus. Die Art der Prüfung wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.				
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Modulabschlussprüfung				
6	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Studienleistung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100 %) 				
7	Verwendbarkeit des Moduls MSc ETiT, MSc MEC, MSc WI-ETiT				
8	Notenverbesserung nach §25 (2)				
9	Literatur <ul style="list-style-type: none"> • A. Binder et al.: Textbook with detailed description of experiments; • A. Binder et al.: Skript zur Lehrveranstaltung mit Versuchsanleitungen; • J. Hindmarsh: Electrical Machines and their Application, Pergamon Press, 1991 • S. A. Nasar, C. Trutt: Electric Power systems, Taylor & Francis, 1998 • N. Mohan et al.: Power Electronics, Converters, Applications and Design, Wiley, 2002 • D. Kind, H. Kärner: High-Voltage Insulation Technology, Vieweg & Teubner, 1985 				
Enthaltene Kurse					

Kurs-Nr. 18-bi-2091-pr	Kursname Energietechnisches Praktikum I		
Dozent/in Prof. Dr. techn. Dr.h.c. Andreas Binder		Lehrform Praktikum	SWS 3
Kurs-Nr. 18-bi-2090-tt	Kursname Praktikumsvorbesprechung (für alle angebotenen Praktika)		
Dozent/in Prof. Dr. techn. Dr.h.c. Andreas Binder		Lehrform Tutorium	SWS 0

Modulname Energietechnisches Praktikum II					
Modul Nr. 18-bi-2092	Leistungspunkte 5 CP	Arbeitsaufwand 150 h	Selbststudium 105 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Sommersemester
Sprache Deutsch/Englisch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr. techn. Dr.h.c. Andreas Binder		
1	Lerninhalt Praktische Übung über elektrische Energietechnik - Verteilung und Anwendung. Etwa 50% befassen sich mit Energieverteilung und Hochspannungstechnik; Etwa 50% handeln um Anwendung von Antriebssystemen, insbesondere "feldorientierte Regelung" von Antrieben mit variabler Geschwindigkeit				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Nach Abschluss des Moduls haben die Studierenden gelernt in Kleingruppen vertiefende Aufgabenstellungen aus der elektrischen Energietechnik praktisch eigenständig zu bearbeiten.				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme Elektrische Energietechnik oder Vergleichbares				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Studienleistung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Standard BWS) Bericht (einschließlich Abgabe von Quellcode) und/oder Präsentation und/oder mündliche Prüfung (25 Minuten) und/oder Kolloquium (Testat), jedoch nie mehr als zwei daraus. Die Art der Prüfung wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.				
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Modulabschlussprüfung				
6	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Studienleistung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100 %) 				
7	Verwendbarkeit des Moduls MSc ETiT, MSc MEC, MSc WI-ETiT				
8	Notenverbesserung nach §25 (2)				
9	Literatur Skript mit ausführlichen Versuchsanleitungen				
Enthaltene Kurse					
	Kurs-Nr. 18-bi-2092-pr	Kursname Energietechnisches Praktikum II			
	Dozent/in Prof. Dr. techn. Dr.h.c. Andreas Binder			Lehrform Praktikum	SWS 3
	Kurs-Nr. 18-bi-2090-tt	Kursname Praktikumsvorbesprechung (für alle angebotenen Praktika)			
	Dozent/in Prof. Dr. techn. Dr.h.c. Andreas Binder			Lehrform Tutorium	SWS 0

Modulname Projektseminar Energiewandler und Antriebstechnik					
Modul Nr. 18-bi-2130	Leistungspunkte 6 CP	Arbeitsaufwand 180 h	Selbststudium 135 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes Semester
Sprache Deutsch/Englisch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr. techn. Dr.h.c. Andreas Binder		
1	Lerninhalt Aus den Aufgabenstellungen der aushängenden wissenschaftlichen Abschlussarbeiten werden Teilaufgaben abgeleitet, die von den Studierenden in Gruppen von zwei bis vier Personen unter Anleitung zu bearbeiten sind. Die Arbeitsschwerpunkte können sowohl theoretisch als auch experimentell sein und beinhalten wissenschaftliche Fragestellungen zur elektrischen Energiewandlung und elektrischen Antriebstechnik. Für den Studiengang Mechatronik entspricht dies dem Advanced Design Projekt. Unabhängig von den individuellen Aufgabenstellungen ist es immer möglich, die Aufgabenstellung „Aufbau und Vermessung einer kleinen Drehstrom-Asynchronmaschine" als Thema zu bearbeiten.				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Nach Abschluss des Moduls haben die Studierenden Kenntnis erworben über: Elektrische Energiewandler, Elektrische Antriebstechnik, Regelung elektrischer Antriebe, Teamarbeit, Verfassen von wissenschaftlichen Berichten, Halten von Vorträgen				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme Grundlagen Elektrotechnik, Drehstromtechnik, Mechanik, Vorlesung „Elektrische Maschinen und Antriebe“				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Studienleistung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Standard BWS) Bericht und/oder Präsentation. Die Art der Prüfung wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.				
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Modulabschlussprüfung				
6	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Studienleistung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100 %) 				
7	Verwendbarkeit des Moduls MSc MEC, MSc ETiT, MSc EPE				
8	Notenverbesserung nach §25 (2)				
9	Literatur Je nach Aufgabenstellung; Vorlesungsskripte zu den Veranstaltungen „Elektrische Maschinen und Antriebe“, „Motor development for electric Drive Systems“, „Regelungstechnik 1“, usw.				
Enthaltene Kurse					
	Kurs-Nr. 18-bi-2130-pj	Kursname Projektseminar Energiewandler und Antriebstechnik			
	Dozent/in Prof. Dr. techn. Dr.h.c. Andreas Binder			Lehrform Projektseminar	SWS 3

2.5 Themenbereich Multimodale Energiesysteme und Nachhaltigkeitsbewertung

Modulname Elektrische Energieversorgung II					
Modul Nr. 18-hs-2030	Leistungspunkte 5 CP	Arbeitsaufwand 150 h	Selbststudium 90 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Wintersemester
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr.-Ing. Jutta Hanson		
1	Lerninhalt Die Lehrveranstaltung Elektrische Energieversorgung 2 vermittelt vertiefte Einblicke in Analyse und Betrieb von elektrischen Energieversorgungsnetzen und ihren Komponenten. Die folgenden Themengebiete werden behandelt: <ul style="list-style-type: none"> • Betriebsverhalten von Synchrongeneratoren (stationärer Betrieb, Betriebsdiagramm, stationäre und transiente Stabilität, transientes Verhalten) • Berechnung von Kurzschlussströmen (Dreipolige Kurzschlüsse und deren Abklingverhalten) • Sternpunktbehandlung von Mittel- und Hochspannungsnetzen (isolierter, geerdeter und kompensierter Sternpunkt) • Einführung in den Netzschutz 				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls verfügen die Studierenden über ein tiefgreifendes Verständnis des Synchrongeneratorverhaltens am Netz sowie des Abklingverhaltens von Kurzschlussströmen und deren Berechnung. Sie haben ein grundlegendes Verständnis der Sternpunktbehandlung und Netzschutzes erlangt und kennen die verschiedenen Typen der Stabilität elektrischer Energieversorgungsnetze.				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme Kenntnisse vergleichbar zu Energieversorgung I oder Basiswissen zu Betriebsmitteln elektrischer Netze und Berechnungen in symmetrischen Komponenten.				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Dauer: 90 Min., Standard BWS) 				
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Modulabschlussprüfung				
6	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Gewichtung: 100 %) 				
7	Verwendbarkeit des Moduls MSc ETiT, MSc EPE, MSc Wi-ETiT				
8	Notenverbesserung nach §25 (2)				
9	Literatur Ein Skript der Vorlesung, Vorlesungsfolien, Übungen und alte Klausuren sind über Moodle erhältlich.				
Enthaltene Kurse					

Kurs-Nr. 18-hs-2030-vl	Kursname Elektrische Energieversorgung II		
Dozent/in Prof. Dr.-Ing. Jutta Hanson		Lehrform Vorlesung	SWS 2
Kurs-Nr. 18-hs-2030-ue	Kursname Elektrische Energieversorgung II		
Dozent/in Prof. Dr.-Ing. Jutta Hanson		Lehrform Übung	SWS 2

Modulname Elektrische Energieversorgung III					
Modul Nr. 18-hs-2080	Leistungspunkte 3 CP	Arbeitsaufwand 90 h	Selbststudium 60 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Sommersemester
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr.-Ing. Jutta Hanson		
1	Lerninhalt Systemverhalten innovativer Betriebsmittel im Übertragungsnetz Anwendungsfelder: <ul style="list-style-type: none"> • Leistungsübertragung und Spannungshaltung • Systemdienstleistungen • Spannungsqualität Technologie innovativer Betriebsmittel: <ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen der Leistungselektronik • Motivation, technische Realisierungen und Betrieb/Regelung von HGÜ-Systemen (LCC und VSC) • Motivation, technische Realisierungen und Betrieb/Regelung Leistungselektronischer Betriebsmittel zur Blindleistungskompensation (SVC, STATCOM, SC) • Praxisbeispiele & Ausblick 				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls kennen die Studierenden die Treiber für den Einsatz innovativer Netzbetriebsmittel (HGÜ, Kompensationslagen) und verstehen das Systemverhalten und die Betriebsführung dieser Betriebsmittel. Sie haben die Bedeutung von Modellen und Simulationen für die sichere und zuverlässige Auslegung und Betriebsführung verinnerlicht.				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme Stoff der Lehrveranstaltung "Elektrische Energieversorgung I"				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Dauer: 90 Min., Standard BWS) 				
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Modulabschlussprüfung				
6	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Gewichtung: 100 %) 				
7	Verwendbarkeit des Moduls MSc ETiT, MSc MEC, MSc Wi-ETiT				
8	Notenverbesserung nach §25 (2) Notenverbesserungen bis zu 0,4 nach APB 25(2) durch Bonus für Teilnahme an einem Praktikumsversuch und Anfertigung eines Protokolls				
9	Literatur Vorlesungsfolien				
Enthaltene Kurse					

Kurs-Nr. 18-hs-2080-v1	Kursname Elektrische Energieversorgung III		
Dozent/in Prof. Dr.-Ing. Jutta Hanson		Lehrform Vorlesung	SWS 2

Modulname Energie und Klimaschutz					
Modul Nr. 16-20-5100	Leistungspunkte 4 CP	Arbeitsaufwand 120 h	Selbststudium 120 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr.-Ing. Bernd Epple		
1	Lerninhalt Einführung (Klima und Emissionsminderungsstrategien), Erneuerbare Energien, Stromnetze und Energiespeicher, zukünftige und konventionelle Energieträger, thermodynamische Grundlagen, Energiewandlungsverfahren mit Emissions- und Immissionsschutzmaßnahmen, Waste to Energy and Chemicals, Carbon Capture Storage and Utilization und Energiewirtschaft.				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Nachdem die Studierenden die Lerneinheit erfolgreich abgeschlossen haben, sollten sie in der Lage sein: 1. Den Einfluss von Emissionen auf das Klima und Emissionsminderungsstrategien aufzuzeigen und zu beurteilen. 2. Die Potentiale und Grenzen regenerativer Energieträger zu bewerten. 3. Verschiedene Energiespeichersysteme und die Stromversorgung zu erklären. 4. Mithilfe der Gesetze der technischen Thermodynamik Energiewandlungsverfahren zu beurteilen und zu optimieren. 5. Waste to Energy and Chemicals Verfahren zu erklären. 6. Carbon Capture, Storage and Utilization Verfahren zu erläutern. 7. Den Energiemarkt grundlegend zu beschreiben.				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Dauer: 90 Min., Standard BWS) Klausur 90 min				
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Prüfungsleistung				
6	Benotung Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Gewichtung: 100 %)				
7	Verwendbarkeit des Moduls WP Bachelor MB				
8	Notenverbesserung nach §25 (2)				
9	Literatur Unterlagen werden während der Vorlesung herausgegeben.				
Enthaltene Kurse					
	Kurs-Nr. 16-20-5100-vl	Kursname Energie und Klimaschutz			
	Dozent/in Prof. Dr.-Ing. Bernd Epple			Lehrform Vorlesung	SWS 0

Modulname Energy Efficiency					
Modul Nr. 13-K3-M016	Leistungspunkte 3 CP	Arbeitsaufwand 90 h	Selbststudium 60 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes 2. Semester
Sprache Englisch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr.-Ing. Clemens Rohde		
1	Lerninhalt During the lecture, students will be introduced to the various aspects of energy efficiency on a systemic level. The following topics will be addressed: energy demand: - energy balances, efficiency indicators, energy demand forecasting energy efficiency in private households and in the tertiary sector - buildings (renovation rates, building stock, renovation strategies) - appliances (eco-design) energy efficiency in industry: - sectoral overview - cross-cutting technologies - process technologies energy management: - energy benchmarking, ISO 50001, cooperative approaches energy efficiency policy: - financial instruments, regulatory instruments, etc.				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Students acquired the ability to assess the economic and environmental significance of energy demand and energy efficiency.				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Dauer: 60 Min., Standard BWS) Subject Examination: Oral Examination (15 min.) / Written Examination (60 min.) The examination is held orally up to a registration number of about 50 participants.				
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Passing the module examination(s)				
6	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Gewichtung: 1) 				
7	Verwendbarkeit des Moduls				
8	Notenverbesserung nach §25 (2)				
9	Literatur Martin Pehnt, Hrsg. (2010): „Energieeffizienz - Ein Lehr- und Handbuch“; Springer Berlin Heidelberg; ISBN 978-3-642-14251-2 Additional literature will be announced at the beginning of the course.				
Enthaltene Kurse					

Kurs-Nr. 13-K3-0016-vl	Kursname Energy Efficiency		
Dozent/in Prof. Dr.-Ing. Clemens Rohde		Lehrform Vorlesung	SWS 2

Modulname Energieeffizienz und Energieflexibilität in der Produktion					
Modul Nr. 16-09-3204	Leistungspunkte 4 CP	Arbeitsaufwand 120 h	Selbststudium 90 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Dr.-Ing. Philipp Schraml		
1	Lerninhalt Motivation zu Energieeffizienzmaßnahmen; energiewirtschaftliche und energietechnische Grundlagen; Methodik zur Steigerung der Energieeffizienz; Wirtschaftlichkeit und Finanzierung von Effizienzmaßnahmen; Konzepte des Energiemonitoring und Controlling; energieintensive Prozesse und Querschnittstechnologien; Motivation und Möglichkeiten der energetischen Flexibilisierung.				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Nachdem die Studierenden die Lerneinheit erfolgreich abgeschlossen haben, sollten sie in der Lage sein: <ol style="list-style-type: none"> 1. Die Grundlagen der Energieeffizienzpolitik und der Energiemärkte zu benennen und einzuschätzen. 2. Energiemonitoringmethoden in der Produktion zu identifizieren und zu differenzieren. 3. Methoden der Energiesimulation zu beschreiben und gegenüberzustellen. 4. Technologien zur Steigerung der Energieeffizienz in der Produktion auszuwählen. 5. Die Grundlagen der Energieflexibilität in der Produktion zu benennen. 				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme Keine				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche Prüfung, Dauer: 30 Min., Standard BWS) Mündliche Prüfung 30 min				
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Prüfungsleistung				
6	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche Prüfung, Gewichtung: 100 %) 				
7	Verwendbarkeit des Moduls WPB Master MPE III (Wahlfächer aus Natur- und Ingenieurwissenschaft) WPB Master PST III (Fächer aus Natur- und Ingenieurwissenschaft für Papiertechnik) Master Energy Science and Engineering				
8	Notenverbesserung nach §25 (2)				
9	Literatur Wird separat bekannt gegeben.				
Enthaltene Kurse					
	Kurs-Nr. 16-09-3204-vl	Kursname Energieeffizienz und Energieflexibilität in der Produktion			
	Dozent/in Dr.-Ing. Philipp Schraml			Lehrform Vorlesung	SWS 2

Modulname Energiemanagement & Optimierung					
Modul Nr. 18-st-2010	Leistungspunkte 6 CP	Arbeitsaufwand 180 h	Selbststudium 120 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Sommersemester
Sprache Deutsch/Englisch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr. rer. nat. Florian Steinke		
1	Lerninhalt Die Vorlesung gibt einen Überblick über die verschiedenen Ebenen des Energiemanagements und fokussiert dann auf die ökonomische Einsatzplanung. Zuerst werden die verschiedenen Anwendungsformen wie zum Beispiel Eigenverbrauchsoptimierung, virtuelle Kraftwerke, Elektroauto-Lademanagement, Redispatch oder multimodale Quartiersenergieoptimierungen vorgestellt. Relevante Grundlagen der gesteuerten Komponenten sowie der adressierten Märkte werden wiederholt. Im zweiten Teil werden die methodischen Grundlagen erlernt. Verschiedene mathematische Formulierungen der hinter der Einsatzplanung liegenden Optimierungsprobleme (LP, MILP, QP, stochastische Optimierung) werden vorgestellt. Parallel vermittelt die Vorlesung einen praxisorientierten Einstieg in die Methoden der numerische Optimierung (Abstiegsverfahren, Konvergenz, Konvexität, Beschreibungssprachen für Optimierungsprobleme). Zusätzlich werden auch einfache Verfahren zur Berechnung benötigter Prognosewerte (lineare Regression) diskutiert. Alle methodischen Schritte werden in Übungen / einem Praktikum mit Python und der mathematischen Modellierungssprache GAMS vertieft.				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Die Studierenden kennen die wesentlichen Aufgaben und Formulierungen der ökonomischen Einsatzplanung. Sie haben ein Grundverständnis für die typisch benutzten Optimierungsmethoden und können die Qualität der erreichten Lösungen beurteilen. Außerdem sind die Studierenden in der Lage eigenständig (Energie-) Optimierungsprobleme zu formulieren und mit Hilfe von Python und GAMS zu lösen.				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme Kenntnisse in der linearen Algebra & multivariaten Analysis, Grundkenntnisse in der Nutzung von Python. Kenntnisse der Module „Kraftwerke & EE“ oder „Energiewirtschaft“ vorteilhaft aber nicht zwingend.				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Dauer: 90 Min., Standard BWS) Die Prüfung erfolgt durch eine Klausur (Dauer: 90 Min.). Falls absehbar ist, dass sich weniger als 8 Studierende anmelden, erfolgt die Prüfung mündlich (Dauer: 25 Min.). Die Art der Prüfung wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.				
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Modulabschlussprüfung				
6	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100 %) 				
7	Verwendbarkeit des Moduls MSc ETiT, MSc iST, MSc Wi-ETiT, MSc CE				
8	Notenverbesserung nach §25 (2) Notenverbesserungen bis zu 0,4 nach APB 25(2) durch Bonus für regelmäßig besuchte Übungs-/Praktikumstermine				
9	Literatur				

- Boyd, Vandenberghe: Convex Optimization, Cambridge University Press, 2004
- A GAMS Tutorial by Richard E. Rosenthal
https://www.gams.com/24.8/docs/userguides/userguide/_u_g__tutorial.html

Enthaltene Kurse

Kurs-Nr. 18-st-2010-vl	Kursname Energiemanagement & Optimierung		
Dozent/in Prof. Dr. rer. nat. Florian Steinke		Lehrform Vorlesung	SWS 2
Kurs-Nr. 18-st-2010-ue	Kursname Energiemanagement & Optimierung		
Dozent/in Prof. Dr. rer. nat. Florian Steinke		Lehrform Übung	SWS 1
Kurs-Nr. 18-st-2010-pr	Kursname Praktikum Energiemanagement & Optimierung		
Dozent/in Prof. Dr. rer. nat. Florian Steinke		Lehrform Praktikum	SWS 1

Modulname Energieversorgung und Umweltschutz					
Modul Nr. 16-13-3294	Leistungspunkte 4 CP	Arbeitsaufwand 120 h	Selbststudium 90 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Dr. Christof Bauer		
1	Lerninhalt Energie als Basis einer modernen Gesellschaft sollte jederzeit in ausreichendem Umfang und zu akzeptablen Kosten zur Verfügung stehen. Gleichzeitig sind die damit verbundenen negativen Umweltauswirkungen zu minimieren. Die Zieltrias aus Versorgungssicherheit, Wirtschaftlichkeit und Nachhaltigkeit steckt darum den Rahmen für die hier vermittelten Lerninhalte. Auf der Basis eines umfassenden Überblicks über Primär- und Sekundärenergieträger sowie deren Gewinnungs- und Umwandlungsprozesse wird anhand einiger Beispiele gezeigt, wie in der Vergangenheit mit Umweltproblemen umgegangen wurde und welche Instrumente heute zur Verfügung stehen. Klimaschutz als relativ junger Aspekt des Umweltschutzes wird in seinem Zusammenhang zum Energieverbrauch und im Kontext sehr unterschiedlicher Entwicklungsstadien in verschiedenen Regionen der Welt besonders beleuchtet. Im globalen Kontext werden dabei insbesondere der europäische Emissionshandel sowie die verschiedenen politischen Maßnahmen und Instrumente der deutschen „Energiewende“ in ihrer Wirkungsweise und ihren Auswirkungen auf andere soziökonomische Bereiche analysiert. Dabei werden insbesondere die Herausforderungen aus einer immer stärker durch fluktuierende Stromerzeugungsanlagen dominierte Stromversorgung und entsprechende Lösungsansätze (Speichertechnologien, „power to...“) vertieft behandelt.				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Nachdem die Studierenden die Lerneinheit erfolgreich abgeschlossen haben, sollten sie in der Lage sein: <ol style="list-style-type: none"> 1. Die besonderen Eigenschaften und Verfügbarkeiten der verschiedenen Primär- und Sekundärenergieträger zu beschreiben. 2. Die Umweltauswirkungen der Nutzung der verschiedenen Primär- und Sekundärenergieträger zu erläutern. 3. Die besonderen Herausforderungen der fortschreitenden Umstellung auf regenerative Energieträger sowie Lösungsansätze darzustellen. 4. Die Wirkungsmechanismen zwischen Energienutzung und Umweltwirkungen (klassische Luftschadstoffe, Treibhausgase, Wasser- und Landschaftsverbrauch etc.) zu erklären und im Kontext konkreter aktueller und historischer Entwicklungen zu erläutern. 5. Die wesentlichen Instrumente zur Durchsetzung von Energie- und Umweltschutzziele mit ihren jeweiligen Vor- und Nachteilen darzustellen und anhand konkreter Beispiele zu erläutern. 6. Energiewirtschaftliche und energietechnische Meldungen aus der Fachpresse zu analysieren und im Kontext der energiewirtschaftlichen Zieltrias zu bewerten. 7. Konkurrenzbeziehungen zwischen den Zielen Versorgungssicherheit, Wirtschaftlichkeit und Nachhaltigkeit grundsätzlich und anhand von historischen und aktuellen Beispielen darzustellen und ihre Priorisierung im Kontext des jeweiligen wirtschaftlichen Entwicklungsstandes zu erklären. 				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme Dieses Modul kann im Masterstudiengang Energy Science and Engineering nur gewählt werden, wenn das Modul 01-16-1M01 "Fundamental Law, Economics and Social Science Aspects of Energy Supply and Energy Consumption" nicht belegt wurde.				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Standard BWS) Klausur 90 min oder mündliche Prüfung (45 min pro 3er-Gruppe / 15 min pro Person)				
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Modulabschlussprüfung				
6	Benotung				

	Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100 %) 		
7	Verwendbarkeit des Moduls		
8	Notenverbesserung nach §25 (2)		
9	Literatur Wird in der Vorlesung bekannt gegeben.		
Enthaltene Kurse			
	Kurs-Nr. 16-13-3294-vl	Kursname Energieversorgung und Umweltschutz	
	Dozent/in Dr. Christof Bauer	Lehrform Vorlesung	SWS 2

Modulname Energiewende gestalten					
Modul Nr. 18-st-2080	Leistungspunkte 6 CP	Arbeitsaufwand 180 h	Selbststudium 135 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Wintersemester
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr.-Ing. Stefan Nießen		
1	Lerninhalt <p>Es werden aktuelle Studien zur Energiewende analysiert und diskutiert. Anhand einer Computersimulation (Planspiel Energiewende) werden in interdisziplinären Teams eigenständig Entscheidungen zum politisch-rechtlichen Rahmen, zum Ausbau des Energiesystems und zu dessen Betrieb zu treffen sein. Im Zeitraffer von 2020 bis 2050 werden die Konsequenzen der Entscheidungen für CO₂-Bilanz, Kosten und Versorgungssicherheit erlebt. Es werden dazu die Rollen von Stromerzeuger*innen, Industrie, Privathaushalten und Politik eingenommen.</p> <p>Themen der guten wissenschaftlichen Praxis, sowie gesellschaftliche oder ethische Aspekte von Produktauslegung, Optimierung und Algorithmen werden, da wo fachlich sinnvoll, begleitend aufgegriffen.</p>				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse <p>Die Studierenden kennen verschiedene Verfahren der techno-ökonomischen Energiesystemanalyse sowie wichtige Grundgrößen von Energiesystemen. Darüberhinaus haben sie einen Überblick über die wesentlichen Technologien zur Energiewandlung und Speicherung heute sowie mögliche zukünftige Entwicklungen. Ebenso kennen sie die Grundlage für das Verständnis der Governance, bestehend aus EU-Rechtsakten, Deutschen Gesetzen und Verordnungen und eine Übersicht über die Institutionen zur Umsetzung.</p>				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme <p>Ein abgeschlossenes Bachelorstudium in einem der folgenden Fächer: Elektrotechnik, Maschinenbau, Mechatronik, Umwelttechnik, Wirtschaftsingenieurwesen, Politikwissenschaft</p>				
4	Prüfungsform <p>Modulabschlussprüfung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Studienleistung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Standard BWS) <p>Bericht (einschließlich Abgabe von Quellcode) und/oder Präsentation und/oder mündliche Prüfung (25 Minuten) und/oder Kolloquium (Testat). Die Art der Prüfung wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.</p>				
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten <p>Bestehen der Modulabschlussprüfung</p>				
6	Benotung <p>Modulabschlussprüfung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Studienleistung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100 %) 				
7	Verwendbarkeit des Moduls				
8	Notenverbesserung nach §25 (2)				
9	Literatur <ul style="list-style-type: none"> • Sämtliche VL-Folien zum Download • Book.energytransition.org/en • https://www.agora-energiewende.de/fileadmin2/Projekte/2018/A_word_on/Agora_Energiewende_a-word-on_flexibility_WEB.pdf 				
Enthaltene Kurse					

Kurs-Nr. 18-st-2080-vl	Kursname Energiewende gestalten - Vorlesung		
Dozent/in Prof. Dr.-Ing. Stefan Nießen		Lehrform Vorlesung	SWS 1
Kurs-Nr. 18-st-2080-pr	Kursname Energiewende gestalten - Planspiel		
Dozent/in Prof. Dr.-Ing. Stefan Nießen		Lehrform Praktikum	SWS 1
Kurs-Nr. 18-st-2080-se	Kursname Energiewende gestalten - Seminar		
Dozent/in Prof. Dr.-Ing. Stefan Nießen		Lehrform Seminar	SWS 1

Modulname Netzwirtschaft und Netzbetrieb in der Praxis					
Modul Nr. 18-hs-2010	Leistungspunkte 3 CP	Arbeitsaufwand 90 h	Selbststudium 60 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Sommersemester
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr.-Ing. Jutta Hanson		
1	Lerninhalt <ul style="list-style-type: none"> • Grundlegende Einführung in die Organisation der Energieversorgung. Hierbei werden auch die unterschiedlichen Aufgaben der Netze in Bezug auf die Energieversorgung sowie die Energiewende thematisiert. • Technische Aufgaben zum Betrieb von Versorgungsnetzen. Aufgaben hierbei sind das Asset-Management, die Netzführung und das Messwesen. • Exkursion mit Besichtigung vor Ort (Netzleitstelle, Bauprojekt oder Anlage) • Nicht-technische Aufgaben zum Betrieb von Versorgungsnetzen. Hierunter fallen netzwirtschaftliche Aufgaben wie das Anschluss- und Abrechnungswesen, die Arbeitssicherheit und das Management kritischer Infrastruktur. • Anreizregulierung als Ordnungsrahmen des Versorgungsnetzbetriebs • Einblicke in unternehmerische Aufgaben und Erfahrungsberichte 				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Studierende kennen nach dem Besuch der Veranstaltung die grundlegenden technischen und nicht-technischen Aufgaben von Energieversorgungsunternehmen. Nach einer Grundlageneinführung vermittelt das Modul zunächst die technischen Aufgaben zum Betrieb von Versorgungsnetzen. Diese umfassen das Asset-Management, die Netzführung sowie das Messwesen. In einem zweiten Teil werden die nicht-technische Aufgaben thematisiert. Hierbei spielen das Anschlusswesen, die Arbeitssicherheit, der Umwelt- und Gesundheitsschutz sowie das Krisenmanagement in Versorgungsnetzen eine zentrale Rolle. Das Modul vermittelt zudem das Grundverständnis über die Treiber und Entwicklungen in (deutschen) Energieversorgungsnetzen in Hinblick auf die Energiewende. Zudem kennen Studierende nach dem Besuch des Moduls die unterschiedlichen Stufen der Anreizregulierung von den Betriebsmitteln bis zum Netzentgelt. Nicht zuletzt erhalten Studierende im Modul gezielte Einblicke in unternehmerische Aufgaben und Erfahrungsberichte aus der Praxis.				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme Inhaltliche Kenntnisse zur Vorlesung "Energietechnik"				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Dauer: 90 Min., Standard BWS) 				
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Modulabschlussprüfung				
6	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Gewichtung: 100 %) 				
7	Verwendbarkeit des Moduls MSc ETiT, MSc ESE, MSc Wi-ETiT, MSc MEC, MSc iST, MSc iCE, MSc CE				
8	Notenverbesserung nach §25 (2)				
9	Literatur				

Ein Vorlesungsskript bzw. Folien können heruntergeladen werden:

- Moodle Plattform

Zusätzliche Literatur:

- Wird zu Beginn der Vorlesung bekannt gegeben

Enthaltene Kurse

Kurs-Nr. 18-hs-2010-v1	Kursname Netzwirtschaft und Netzbetrieb in der Praxis		
Dozent/in Prof. Dr.-Ing. Jutta Hanson		Lehrform Vorlesung	SWS 2

Modulname Advanced Life Cycle Assessment of Products and Systems					
Modul Nr. 13-K3-M020	Leistungspunkte 3 CP	Arbeitsaufwand 90 h	Selbststudium 60 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes 2. Semester
Sprache Englisch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr. Liselotte Schebek		
1	Lerninhalt In project teams, students work independently on a life cycle assessment project based on current research questions. Besides the group work, there is an introduction to practical applications of LCA and software tools.				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse 1. Fundamental understanding of life cycle thinking in the analysis and evaluation of products and systems 2. Working with life cycle assessment software and databases 3. Practical application of a LCA case study of products or technological systems independently 4. Work in independent teams 5. Presentation of results in reports and oral presentations				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme Recommended: Modellierung von Stoffstromsystemen I (13-K3-M003)				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Studienleistung, Bericht) • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche Prüfung, Dauer: 15 Min., Standard BWS) 				
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Passing the module examination(s)				
6	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Studienleistung, Bericht, Gewichtung: 0) • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche Prüfung, Gewichtung: 1) 				
7	Verwendbarkeit des Moduls				
8	Notenverbesserung nach §25 (2)				
9	Literatur DIN ISO 14044. Umweltmanagement - Ökobilanz - Anforderungen und Anleitungen (DIN ISO 14044); 2006. DIN EN ISO 14040. Umweltmanagement - Ökobilanz - Grundsätze und Rahmenbedingungen (DIN EN ISO 14040); 2009. Hauschild M, Rosenbaum R, Olsen SI (eds.). Life Cycle Assessment: Theory and Practice. 1st ed. Cham: Springer International Publishing; 2018. Klöppfer W, Grahl B. Ökobilanz (LCA): Ein Leitfaden für Ausbildung und Beruf. Weinheim: WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA; 2009.				
Enthaltene Kurse					
	Kurs-Nr. 13-K3-0020-se	Kursname Advanced Life Cycle Assessment of Products and Systems			
	Dozent/in Prof. Dr. Liselotte Schebek			Lehrform Seminar	SWS 2

Modulname Modellierung von Stoffstromsystemen I					
Modul Nr. 13-K3-M003	Leistungspunkte 6 CP	Arbeitsaufwand 180 h	Selbststudium 120 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr. Liselotte Schebek		
1	Lerninhalt Die Vorlesung führt in die Grundlagen der Modellbildung im Allgemeinen und der Modellierung von Stoffstromsystemen der Technosphäre im Speziellen ein. Einleitend wird die Relevanz von Stoffflüssen zwischen Technosphäre und Biosphäre für wichtige Umweltprobleme (Klimawandel, Nährstoffkreisläufe etc.) erläutert. Nach der Behandlung allgemeiner systemanalytischer Grundlagen werden zwei Methoden der Modellierung von Stoffstromsystemen behandelt: die Stoffstromanalyse (engl. Material Flow Analysis, MFA), die auf den naturwissenschaftlichen Prinzipien der Massenbilanz beruht, und die Ökobilanz (Life Cycle Assessment, LCA) nach den Standards DIN EN ISO 14040/14044, die auf einem deskriptiven Modellierungsansatz beruht. Beide Methoden umfassen eine systematische Analyse aller In- und Outputs von Stoffen (und ggf. Energie) aller Prozesse innerhalb eines räumlich und zeitlich definierten Systems. Die Stoffstromanalyse beschäftigt sich mit der Beschreibung und Analyse von regionalen oder sektoralen Systemen spezifischer Substanz- oder Materialflüsse. Ziel der LCA ist die Erfassung und Bewertung von Umweltwirkungen über den gesamten Lebenswegzyklus (Life Cycle) aus Herstellung, Nutzung und Entsorgung von Produkten (oder auch Dienstleistungen und Technologien). Die einzelnen Schritte der LCA werden auf Basis der ISO 14040/-47;44/-47 erläutert: Festlegung von Ziel und Untersuchungsrahmen (z.B. Systemgrenzenrahmen und funktionelle Einheit); Datengrundlagen und mathematische Lösungswege der Sachbilanz; Prinzipien der Wirkungsabschätzung; Auswertung und Interpretation von Ergebnissen.				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Erkenntnis der Bedeutung von Stoffstromsystemen der Technosphäre für Ökonomie und Ökologie. Vertieftes Verständnis von Konzept und Methodik der systemanalytischen Instrumente Stoffstromanalyse (Material Flow Analysis, MFA) und Ökobilanz (Life Cycle Assessment, LCA). Befähigung zur selbständigen Anwendung auf einfache Systeme im Rahmen von Fallstudien.				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Dauer: 90 Min., Standard BWS) • Modulprüfung (Studienleistung, Hausübungen, Arbeitsblätter) Studienleistung (Art wird zu Beginn der LV bekannt gegeben) Die Studienleistung setzt sich aus zwei Nachweisen zusammen, die kontinuierlich über das Semester bearbeitet werden und gegen Ende des Semesters eingereicht werden. Beide Nachweise müssen bestanden werden.				
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Modulabschlussprüfung(en)				
6	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Gewichtung: 1) • Modulprüfung (Studienleistung, Hausübungen, Arbeitsblätter, Gewichtung: 0) 				
7	Verwendbarkeit des Moduls				
8	Notenverbesserung nach §25 (2)				

9	Literatur		
	Literatur wird zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.		
Enthaltene Kurse			
	Kurs-Nr. 13-K3-0006-vl	Kursname Stoffstromanalyse und Life Cycle Assessment (Ökobilanz)	
	Dozent/in Prof. Dr. Liselotte Schebek	Lehrform Vorlesung	SWS 2
	Kurs-Nr. 13-K3-0007-ue	Kursname Stoffstromanalyse und Life Cycle Assessment (Ökobilanz) - Übung	
	Dozent/in Prof. Dr. Liselotte Schebek	Lehrform Übung	SWS 2

Modulname Modeling of Material Flow Systems II					
Modul Nr. 13-K3-M015	Leistungspunkte 6 CP	Arbeitsaufwand 180 h	Selbststudium 120 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes 2. Semester
Sprache Englisch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr. Liselotte Schebek		
1	Lerninhalt Based on the basics of material flow analysis and Life Cycle Assessment - which were conveyed in the lecture "Modeling of material flow systems I" - further approaches of these methods are conveyed in this lecture. Especially the models that are used in the correlation with scenario analysis and the research sector are investigated: The consequential Life Cycle Assessment is future-orientated. Beside the product system itself, also changes in background system have to be modeled. The application of consequential LCA are conveyed particularly via examples out of the energy-politics sector Macroeconomic models, especially Input-Output-Tables - enable a comprehensive balance of a product system and illustrate an alternative approach against process-chain-based models. Basics and applications of Input-Output-Tables are exemplified for the whole economy as well as for single sectors Dynamic material-flow-analysis contributes to the investigation of prospective developments of substance-storages and material-flows. Basics and applications are exemplified especially through examples out of the building sector In view of the importance for all model-approaches, scenario techniques are described extensively. Furthermore, the use of geographical information systems (GIS) is treated in the framework of modeling.				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse The students achieve the ability for application of the described model-techniques in the framework of scientific work. On the base of a well-founded comprehension of the various methodological approaches, they can evaluate the validity and limitations of the particular approach and find suitable strategies for various interrogation and practical issues.				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme Recommended: "Modellierung von Stoffstromsystemen I" (13-K3-M003)				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Dauer: 90 Min., Standard BWS) • Modulprüfung (Studienleistung, Mündliche/schriftliche Prüfung) Technical Examination: Oral Examination (15 min.) / Written Examination (90 min.) As a rule, the examination takes the form of a written exam, or an oral exam if the number of participants is low. Study Examination: Report and Presentation				
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Passing the module examination(s)				
6	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Gewichtung: 1 %) • Modulprüfung (Studienleistung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Gewichtung: 0 %) 				
7	Verwendbarkeit des Moduls				
8	Notenverbesserung nach §25 (2)				
9	Literatur Literature will be announced at the beginning of the course.				
Enthaltene Kurse					

	Kurs-Nr. 13-K3-0017-vl	Kursname Methods for Scenario Analysis		
	Dozent/in Prof. Dr. Liselotte Schebek		Lehrform Vorlesung	SWS 2
	Kurs-Nr. 13-K3-0018-ue	Kursname Methods for Scenario Analysis - Exercise		
	Dozent/in Prof. Dr. Liselotte Schebek		Lehrform Übung	SWS 2

Modulname Simulation des elektrischen Energieversorgungssystems					
Modul Nr. 18-hs-2100	Leistungspunkte 3 CP	Arbeitsaufwand 90 h	Selbststudium 60 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Wintersemester
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr.-Ing. Jutta Hanson		
1	Lerninhalt Modellierung, Berechnung und Planung elektrischer Energieversorgungssysteme von der Höchst- bis zur Niederspannungsebene unter Berücksichtigung verschiedener Betriebsmittel (Freileitungen, Kabel, Transformatoren, konventionelle Kraftwerke, Erneuerbare Energien, Kompensationsanlagen)				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Nach Abschluss des Moduls wurde den Studierenden vermittelt: <ul style="list-style-type: none"> • Modellierung verschiedener elektrischer Energieversorgungssysteme mit Auswahl von jeweils geeigneter Modellierungstechnik • Auswahl von statischen & dynamischen Simulationstechniken mit Verständnis der konkreten Simulationsabläufe • Verständnis der Wirkungsweise verschiedener Betriebsmittel im elektrischen Energieversorgungssystem, insb. der Wirkungsweise von erneuerbaren Energien im Stromnetz • Fähigkeit der Ergebnisdeutung im Kontext der grundlegenden Fragestellung sowie der Modellierung 				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme Grundlagenwissen in elektrischen Energieversorgungsnetzen				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Studienleistung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Standard BWS) Bericht (einschließlich Abgabe von Quellcode) und/oder Präsentation und/oder mündliche Prüfung (25 Minuten) und/oder Kolloquium (Testat), jedoch nie mehr als zwei daraus. Die Art der Prüfung wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.				
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Modulabschlussprüfung				
6	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Studienleistung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100 %) 				
7	Verwendbarkeit des Moduls MSc ETiT, MSc WI-ET, MSc CE				
8	Notenverbesserung nach §25 (2)				
9	Literatur Skript, Präsentationen, Versuchsbeschreibungen, Basisnetzdateien				
Enthaltene Kurse					
	Kurs-Nr. 18-hs-2100-pr	Kursname Simulation des elektrischen Energieversorgungssystems			
	Dozent/in Prof. Dr.-Ing. Jutta Hanson			Lehrform Praktikum	SWS 2

Modulname Technik und Ökonomie Multimodaler Energiesysteme					
Modul Nr. 18-st-2060	Leistungspunkte 5 CP	Arbeitsaufwand 150 h	Selbststudium 105 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Sommersemester
Sprache Deutsch/Englisch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr.-Ing. Stefan Nießen		
1	Lerninhalt Energiewirtschaftlicher Rahmen, Strukturen multimodaler Energiesysteme, Investitionsrechnung, Energiehandel, Quellen für Flexibilität inklusive Speicher, regulatorischer Rahmen, Nachhaltigkeit, gesellschaftliche Akzeptanz und Stakeholderinteressen Themen der guten wissenschaftlichen Praxis, sowie gesellschaftliche oder ethische Aspekte von Produktauslegung, Optimierung und Algorithmen werden, da wo fachlich sinnvoll, begleitend aufgegriffen.				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Die Studierenden lernen die Strukturen von Energieversorgungssystemen für Elektrizität, Primärenergie, Heizung, Kühlung, Transport und Meerwasserentsalzung kennen. Sie verstehen die grundlegenden Prinzipien für die Auslegung der Energiesysteme von Gebäuden, Standorten, Städten und Ländern und sie lernen zu bewerten wie diese an verschiedene internationale Standorte angepasst werden müssen. Dabei werden Kosten, Umweltbedingungen und gesellschaftliche Akzeptanz berücksichtigt. Anhand der Nettobarwert- und Annuitätenmethode lernen die Studierenden die wirtschaftliche Machbarkeit von Investitionen zu bewerten. Sie lernen die Funktionsweise von Energiemärkten und verschiedene Formen von Handel und Abwicklung. Auf der Basis einer Analyse der Auswirkung eines steigenden Anteils Erneuerbarer im System, lernen die Studierenden verschiedene Quellen für Flexibilitätsbereitstellung kennen. Dazu gehören Nachfrageflexibilität, verschiedene Speichertechnologien und die Kopplung verschiedener Energiemoden. Zu den betrachteten Speichertechnologien gehören Batterien, Pumpspeicher, Wasserstoff und Schwungradspeicher. Unter den betrachteten multimodalen Kopplungen sind Strom-Wärme, Wärme-Kühlung, Strom-Wärme-Wasserentsalzung und industrielle Prozesse. Energiesysteme unterliegen vielfältigen Gesetzen und Richtlinien. Daher erlernen die Studierenden verschiedene Elemente regulatorischer Eingriffe wie Einspeisetarife, Steueranreize, Kreditprogramme, Quoten und Zertifikate. Der rechtliche Rahmen ist das Ergebnis gesellschaftlicher Prozesse. Daher analysieren die Studierenden die verschiedenen Interessensgruppen, das Entstehen und die Auswirkung der öffentlichen Meinung und die Wahrnehmung von Risiken.				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme Ein abgeschlossenes Bachelorstudium in einem der folgenden Fächer: Elektrotechnik, Maschinenbau, Mechatronik, Umwelttechnik, Wirtschaftsingenieurwesen				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Dauer: 120 Min., Standard BWS) In der Regel erfolgt die Prüfung durch eine Klausur (Dauer: 120 Min.). Falls sich bis zu einschließlich 20 Studierende anmelden erfolgt die Prüfung mündlich (Dauer: 30 Min.). Die Art der Prüfung wird innerhalb einer Arbeitswoche nach Ende der Prüfungsanmeldephase bekannt gegeben.				
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Modulabschlussprüfung				
6	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100 %) 				
7	Verwendbarkeit des Moduls BSc/MSc etit, BSc/MSc MEC, BSc/MSc iST, MSc iCE, MSc ESE, MSc WI-etit				
8	Notenverbesserung nach §25 (2)				

	Notenverbesserung von 0,4 durch erfolgreiche Präsentation im Rahmen des Seminars		
9	Literatur		
	<ul style="list-style-type: none"> • Sämtliche VL-Folien zum Download • Book.energytransition.org/en • https://www.agora-energiewende.de/fileadmin2/Projekte/2018/A_word_on/Agora_Energiewende_a-word-on_flexibility_WEB.pdf 		
Enthaltene Kurse			
	Kurs-Nr. 18-st-2060-vl	Kursname Technik und Ökonomie Multimodaler Energiesysteme	
	Dozent/in Prof. Dr.-Ing. Stefan Nießen	Lehrform Vorlesung	SWS 2
	Kurs-Nr. 18-st-2060-se	Kursname Technik und Ökonomie Multimodaler Energiesysteme - Planspiel	
	Dozent/in Prof. Dr.-Ing. Stefan Nießen	Lehrform Seminar	SWS 1

Modulname Umweltmanagement und industrieller Umweltschutz					
Modul Nr. 13-K3-M018	Leistungspunkte 6 CP	Arbeitsaufwand 180 h	Selbststudium 120 h	Moduldauer 2 Semester	Angebotsturnus Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr. Liselotte Schebek		
1	Lerninhalt Vorlesung „Einführung in den Industriellen Umweltschutz“ (Prof. Dr. Schebek; Sommersemester): - Industrie und Umwelt: Geschichte des industriellen Umweltschutzes, industrieller Metabolismus, Wirtschafts- und Industriestruktur in Deutschland, politische Steuerungskonzepte - Organisation von Unternehmen: Definitionen, Strukturen, statistische und rechtliche Einordnung, Organisation und Management im Unternehmen - Umweltmanagementsysteme - Ressourceneffizienz: Definitionen, Standards, Methoden zur Bewertung der Ressourceneffizienz - Produktionsintegrierter Umweltschutz (PIUS): Best verfügbare Technik, IVU-Richtlinie, Energie; Materialeffizienz, Stoffkreisläufe, Cleaner Production, nachhalt. Produktion, PIUS-Branchenbeispiel des Metallbe- und -verarbeitenden Gewerbes - Produktbezogener Umweltschutz: Produktverantwortung, GreenDesign, Produktkreisläufe, Produktkennzeichnung: Standards und Typen, Lebenszyklusanalyse; Ökobilanz - Betriebswirtschaftliche Bewertung von Umweltschutz, Kostenrechnung, Investitionsrechnung - Umweltsleistungsbewertung und Reporting: Controlling und Reporting, Umweltsleistungsbewertung, Footprints Vorlesung „Qualitäts- und Umweltcontrolling“ (Prof. Dr. von Ahsen; Wintersemester) Grundlagen: - Grundlagen des Qualitäts- und Umweltcontrollings in der Produkt- und Prozessentwicklung - Qualitäts- und Umweltcontrolling in der Produktion - Prozessübergreifende Ansätze des Qualitäts- und Umweltcontrolling - Aufbau, Auditierung und Zertifizierung von Qualitäts- und Umweltmanagementsystemen - Externes Umweltreporting sowie integriertes Qualitäts- und Umweltcontrolling				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Die Studierenden erkennen Relevanz und Verantwortung der Industrie für Umweltprobleme und deren Lösung. Sie verstehen die Grundlagen von betrieblichen Managementsystem im allgemeinen und kennen betrieblichen Umweltmanagementsysteme, insbesondere ISO 14001 und EMAS, im speziellen. Sie verstehen Ziele und Vorgehensweisen von Controlling, Reporting und Accounting Systemen insbesondere im Bereich Klimaschutz. Sie sind in der Lage, sich innerhalb von betrieblichen Managementsystemen zu orientieren, Aufgaben einzuordnen und die vorgestellten methodische Instrumente anzuwenden.				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Dauer: 90 Min., Standard BWS) Fachprüfung: Mündliche Prüfung (15 min.) /Klausur (90 min.) In der Regel erfolgt die Prüfung durch eine Klausur, bei geringer Teilnehmerzahl gegebenenfalls mündliche Prüfung.				
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Modulabschlussprüfung(en)				
6	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Gewichtung: 1) 				
7	Verwendbarkeit des Moduls				

8	Notenverbesserung nach §25 (2)		
9	Literatur Ahsen, Anette von, Cost-Oriented Failure Mode and Effects Analysis. International Journal of Quality and Reliability Management, 25. Jg., 2008, Nr. 5, S. 466-476 Ahsen, Anette von, Integriertes Qualitäts- und Umweltmanagement. Mehrdimensionale Modellierung und Anwendung in der deutschen Automobilindustrie. Deutscher Universitäts-Verlag, 2006 Bahner, Olaf, Innovationswirkungen normierter Umweltmanagementsysteme: eine ökonomische Analyse von EMAS I, EMAS II und ISO 14001, Deutscher Universitäts-Verlag, 2001 Baumast, Annett; Pape, Jens (Hrsg.), Betriebliches Umweltmanagement. Nachhaltiges Wirtschaften in Unternehmen. 4. Aufl., Ulmer, 2009 Deutscher Wirtschaftsdienst (Hrsg.), Praxishandbuch Stoffstrommanagement für Unternehmen, 2002 Kommunen und Behörden. Schmidt, Mario, Einführung in die Methodik und Praxis des Life Cycle Assessments. Viewegs Fachbücher der Technik, 2003 Sterr, Thomas; Liesegang, Dietfried G., Industrielle Stoffkreislaufwirtschaft im regionalen Kontext. Springer Verlag, 2003 Bundesumweltministerium, Umweltbundesamt. Leitfaden Betriebliche Umweltkennzahlen, 1997		
Enthaltene Kurse			
	Kurs-Nr. 13-K3-0001-vl	Kursname Einführung in den Industriellen Umweltschutz	
	Dozent/in Prof. Dr. Liselotte Schebek	Lehrform Vorlesung	SWS 2
	Kurs-Nr. 01-14-0010-vu	Kursname Qualitäts- und Umweltmanagement	
	Dozent/in Prof. Dr. Liselotte Schebek	Lehrform Vorlesung und Übung	SWS 2

Modulname Umweltplanung					
Modul Nr. 13-K4-M008	Leistungspunkte 6 CP	Arbeitsaufwand 180 h	Selbststudium 120 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr. Hans-Joachim Linke		
1	Lerninhalt Die Studierenden erhalten einen Einblick in die gesellschaftliche Komplexität der Umweltprobleme, die Geschichte der Umweltpolitik und -planung, die Problemdimensionen vorsorgenden Umweltschutzes sowie die Institutionen, Methoden und ausgewählte Instrumente der Umweltplanung in aktuellen Handlungsfeldern. In der Lehrveranstaltung werden insbesondere die Merkmale ordnungsrechtlicher Instrumente, ökonomischer Instrumente sowie planerische und prozedurale Instrumente vermittelt. Der Beitrag formeller und informeller Planung wird in ausgewählten Handlungsfeldern kritisch reflektiert, und es werden Perspektiven einer integrierten Umweltplanung formuliert. An aktuellen Fallbeispielen (z.B. bestimmte Abfallprodukte, Verordnungen oder Steuern) werden umweltplanerische Handlungsmöglichkeiten und -restriktionen sowie Möglichkeiten zur frühzeitigen Integration von Umweltbelangen in die Fachplanungen interaktiv erarbeitet und zwischen den Studierenden sowie im Kurs analysiert und diskutiert.				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Die Studierenden können Umweltprobleme aufgrund der sozialen, ökonomischen, ökologischen, technischen und rechtlichen Gegebenheiten bewerten und adäquate planerische Problemlösungen entwerfen. Die Studierenden besitzen die Fähigkeit, unterschiedliche Lösungen für Umweltprobleme abzuwägen, sachlich und verständlich zu erläutern und begründete Entscheidungen zu treffen. Die Studierenden besitzen die Fähigkeit und Bereitschaft zur interdisziplinären und international ausgerichteten Analyse von Umweltproblemen und ihrer planerischen Lösungsansätze. Die Studierenden besitzen die Fähigkeit, fachspezifische Probleme nach wissenschaftlichen Grundsätzen selbstständig zu bearbeiten.				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme Empfohlen: Grundlagen der räumlichen Planung (13-B2-M034)				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche Prüfung, Dauer: 20 Min., Standard BWS) • Modulprüfung (Studienleistung, Referat) Die Studienleistung besteht aus der Erarbeitung und Präsentation eines Referats in Kleingruppen.				
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Modulabschlussprüfung(en)				
6	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche Prüfung, Gewichtung: 1) • Modulprüfung (Studienleistung, Referat, Gewichtung: 0) 				
7	Verwendbarkeit des Moduls				
8	Notenverbesserung nach §25 (2)				
9	Literatur Literatur wird zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.				
Enthaltene Kurse					

	Kurs-Nr. 13-K4-0019-vl	Kursname Umweltplanung		
	Dozent/in Prof. Dr. Hans-Joachim Linke		Lehrform Vorlesung	SWS 2
	Kurs-Nr. 13-K4-0020-ue	Kursname Umweltplanung - Übung		
	Dozent/in Prof. Dr. Hans-Joachim Linke		Lehrform Übung	SWS 2

Modulname Environmental Sciences					
Modul Nr. 13-K3-M008	Leistungspunkte 6 CP	Arbeitsaufwand 180 h	Selbststudium 120 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes 2. Semester
Sprache Englisch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr. Liselotte Schebek		
1	Lerninhalt The lecture "Environmental Sciences" provides in the first part an in-depth view on the following topics: <ul style="list-style-type: none"> - The environment as a system: Earth system science; interaction of society and the natural environment - Targets, data, monitoring: SDGs, DPSIR, international statistics and monitoring systems - International environmental policies: Frameworks, institutions and instruments, international collaboration - Global challenges: Global problems, drivers and solution approaches In the second part of the lecture, cutting-edge topics from research in environmental sciences are presented with a focus on current research issues and projects of the Department of Civil and Environmental Engineering. The exercise introduces in scientific writing in the field of environmental science. Based on general principles of scientific writing, current scientific literature related to the lecture topics is analysed as to main aspects of structure, principles and elements of scientific writing. Practical exercises are used for training of scientific writing skills.				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse The students have a comprehensive knowledge of the interdisciplinary area of environmental sciences and a soundstantiated understanding of the interaction of natural environment and human society. They gain an in-depth knowledge of current global environmental problems as to drivers, status and solution approaches. They are able to work with international statistics and data bases in the field of sustainability and environmental issues. They receive an overview on research in environmental science in general and on research topics of the Department of Civil and Environmental Engineering. From the exercise the students acquire the capability of structuring a topic according to principles of scientific writing and to apply these principles in the working process for reviews of scientific literature and forwarding and drafting of a publication.				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Dauer: 90 Min., Standard BWS) • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform) Study Achievement: Comprises two written proofs, one in the first and one in the second half of the semester, both are included into the evaluation of the study achievement				
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Passing the module examination(s)				
6	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Gewichtung: 1) • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 0) 				
7	Verwendbarkeit des Moduls				

	Obligatory Module: M.Sc. Umweltingenieurwissenschaften (2021) Possibly further degree programmes		
8	Notenverbesserung nach §25 (2)		
9	Literatur Literature will be announced at the beginning of the course.		
Enthaltene Kurse			
	Kurs-Nr. 13-K3-0004-vl	Kursname Environmental Sciences	
	Dozent/in Prof. Dr. Liselotte Schebek	Lehrform Vorlesung	SWS 2
	Kurs-Nr. 13-K3-0005-ue	Kursname Environmental Sciences - Exercise	
	Dozent/in Prof. Dr. Liselotte Schebek	Lehrform Übung	SWS 2

Modulname Sustainable Systems Design					
Modul Nr. 16-98-4074	Leistungspunkte 6 CP	Arbeitsaufwand 180 h	Selbststudium 120 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes 2. Semester
Sprache Englisch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr.-Ing. Peter Pelz		
1	Lerninhalt Konzept der Nachhaltigkeit; Umgang mit begrenzten Ressourcen; Bewertungsmetriken für den technischen, ökonomischen, ökologischen und sozialen Aufwand eines Systems; Lebenszyklus-Kosten Ermittlung; Akzeptanz und Verfügbarkeit technischer Systeme; Systemgrenzen und Schnittstellen; Systemanalogien; Formulierung von Funktionszusammenhängen; Formulierung von Zielen; Festlegung eines Spielfeldes; Modellierung von Komponenten und komplexen Systemen; Systembeschreibung mittels OD-Methoden; Erhaltungssätze; Materialgesetze; zeitliche und räumliche Granularität; Modellreduktion; Modellvalidierung; Planung numerischer und praktischer Versuche; Ermittlung von Herstellkosten (Investitions- und Betriebskosten); Technisch-ökologisch-ökonomisch-soziale Zusammenhänge; Diskrete und kontinuierliche Optimierungsmethoden.				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Nachdem die Studierenden die Lerneinheit erfolgreich abgeschlossen haben, sollten sie in der Lage sein: <ol style="list-style-type: none"> 1. Systemfunktionen und -ziele zu erkennen und zu formulieren, aus den Systemfunktionen notwendige Teilfunktionen abzuleiten, ein Spielfeld von Möglichkeiten zu deren Erfüllung aufzuspannen und Entscheidungen für die geeignetsten Möglichkeiten zu treffen. 2. Technische Systeme zu abstrahieren und zu modellieren, den erforderlichen Detaillierungsgrad einer Modellierung einzuschätzen, Modelle zu validieren und ggf. zu vereinfachen. 3. Die Nachhaltigkeit technischer Systeme mit geeigneten Metriken zu bewerten sowie Methoden zur Gestaltung nachhaltiger Produkte und Systeme anzuwenden. 4. Die technisch-ökologisch-ökonomisch-sozialen Zusammenhänge zwischen Aufwand, Verfügbarkeit und Akzeptanz technischer Systeme zu erkennen, zu bewerten und die Systeme im möglichen Rahmen zu gestalten. 5. Entscheidungs- und Syntheseprobleme in Form von mathematischen Optimierungsmodellen zu formulieren, geeignete Optimierungsmethoden auszuwählen und Optimierungsstrategien hinsichtlich des bestenfalls erreichbaren Optimierungsergebnisses kritisch zu hinterfragen. 6. Grundlegende mathematische Methoden zur Lösung von Optimierungsmodellen anzuwenden und die Einsetzbarkeit zur Lösung bestimmter Klassen von Optimierungsmodellen zu beurteilen. 				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Dauer: 90 Min., Standard BWS) 				
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Prüfungsleistung				
6	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Gewichtung: 100 %) 				
7	Verwendbarkeit des Moduls Master MB Ia Grundlagen Master MB SP SUR WPB Ia Pflicht WPB Master PST III (Fächer aus Natur- und Ingenieurwissenschaft für Papiertechnik) Master Mechatronik Master Wirtschaftsingenieurwesen - technische Fachrichtung Maschinenbau				

8	Notenverbesserung nach §25 (2)		
9	Literatur Lernmaterial auf www.moodle.tu-darmstadt.de Empfohlene Bücher: Pahl, Beitz: Konstruktionslehre - Grundlagen erfolgreicher Produktentwicklung, Springer Verlag Suhl, Mellouli: Optimierungssysteme - Modelle, Verfahren, Software, Anwendungen, Springer Verlag		
Enthaltene Kurse			
	Kurs-Nr. 16-98-4074-vl	Kursname Sustainable Systems Design	
	Dozent/in Prof. Dr.-Ing. Peter Pelz	Lehrform Vorlesung	SWS 3
	Kurs-Nr. 16-98-4074-ue	Kursname Sustainable Systems Design	
	Dozent/in Prof. Dr.-Ing. Peter Pelz	Lehrform Übung	SWS 1

Modulname Wirtschaftliche Optimierung der Energieversorgung für energieintensive Produktionsbetriebe					
Modul Nr. 16-13-3284	Leistungspunkte 4 CP	Arbeitsaufwand 120 h	Selbststudium 90 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Dr. Christof Bauer		
1	Lerninhalt <ul style="list-style-type: none"> • Energie als Produktionsfaktor im industriellen Bereich im Spannungsfeld von Versorgungssicherheit, Wirtschaftlichkeit und Nachhaltigkeit. • Besonderheiten der Versorgung mit Strom und Erdgas • Netznutzung und -Regulierung, Liberalisierung und Harmonisierung in Deutschland und Europa • Strommarkt - grundlegende technische und kommerzielle Aspekte, Commodity Strom • Potenzial und Bedeutung von Demand Side Management (DSM) • Technische und wirtschaftliche Aspekte der industriellen Erdgasversorgung, • Politische Rahmenbedingungen und ihr Einfluss auf die wirtschaftliche Energieversorgung von Industriebetrieben 				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Nachdem die Studierenden die Lerneinheit erfolgreich abgeschlossen haben, sollten sie in der Lage sein: <ol style="list-style-type: none"> 1. Die komplexen Zusammenhänge zwischen den technischen, wirtschaftlichen und politischen Aspekten der leitungsgebundenen Energieversorgung sowie deren Einfluss auf die Energiebeschaffung von Industriebetrieben im Zusammenhang darzustellen und in Entscheidungsprozessen gegeneinander abzuwägen. 2. Die praktischen Freiheitsgrade und wirtschaftlichen Determinanten der operativen Energiebeschaffung zu erläutern. 3. Die Effekte sich ändernder politischer und regulatorischer Rahmenbedingungen einzuschätzen. 4. Die verschiedenen verfügbaren Instrumente zur wirtschaftlichen Optimierung des Energiebezugs anhand von Praxisbeispielen gegeneinander zu abwägen und sinnvoll zu kombinieren. 				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme "Energieversorgung und Umweltschutz" empfohlen				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Standard BWS) Klausur 90 min oder mündliche Prüfung (45 min pro 3er-Gruppe / 15 min pro Person)				
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Modulabschlussprüfung				
6	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100 %) 				
7	Verwendbarkeit des Moduls				
8	Notenverbesserung nach §25 (2)				
9	Literatur Wird in der Vorlesung bekannt gegeben				
Enthaltene Kurse					

Kurs-Nr. 16-13-3284-vl	Kursname Wirtschaftliche Optimierung der Energieversorgung für energieintensive Produktionsbetriebe		
Dozent/in Dr. Christof Bauer		Lehrform Vorlesung	SWS 2

Modulname Projektseminar Netzberechnung					
Modul Nr. 18-hs-2110	Leistungspunkte 6 CP	Arbeitsaufwand 180 h	Selbststudium 135 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes Semester
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr.-Ing. Jutta Hanson		
1	Lerninhalt Einführend werden die Grundsätze der Modellierung elektrischer Netze vorgestellt. Anschließend wird ein zur Netzberechnung anwendbares Simulationsprogramm vorgestellt und in Rechnerübungen von den Teilnehmer*innen angewendet. Die Teilnehmer*innen bearbeiten anschließend selbstständig eine vorgegebene Fragestellung aus dem Gebiet der Modellierung und Simulation im elektrischen Energieversorgungssystem.				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls wurde den Studierenden vermittelt: <ul style="list-style-type: none"> • Kenntnis eines in der Netzberechnung eingesetzten Simulationsprogramms • Erarbeitung einer gegebenen technischen Fragestellung aus dem Bereich Netzplanung oder -berechnung • Selbstständiges Ausarbeiten der nötigen Untersuchungen und Konzeption entsprechender Simulationen • Logische und prägnante Darstellung der Ergebnisse in einem Bericht im Format eines wissenschaftlichen Papers 				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme Stoff der Vorlesungen „Elektrische Energieversorgung“ I und II				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Studienleistung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Standard BWS) Bericht und/oder Präsentation. Die Art der Prüfung wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.				
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Modulabschlussprüfung				
6	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Studienleistung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100 %) 				
7	Verwendbarkeit des Moduls MSc (WI-) etit				
8	Notenverbesserung nach §25 (2)				
9	Literatur Skript, Programmbeschreibung, Übungsaufgabe, Themenstellung der Projektaufgabe				
Enthaltene Kurse					
	Kurs-Nr. 18-hs-2110-pj	Kursname Projektseminar Netzberechnung			
	Dozent/in Prof. Dr.-Ing. Jutta Hanson			Lehrform Projektseminar	SWS 3

2.5.1 Mini-Forschungsprojekt

Modulname Mini-Forschungsprojekt "Multimodale Energiesysteme und Nachhaltigkeitsbewertung"					
Modul Nr. 18-en-2024	Leistungspunkte 5 CP	Arbeitsaufwand 150 h	Selbststudium 120 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes Semester
Sprache Deutsch/Englisch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr.-Ing. Gerd Griepentrog		
1	<p>Lerninhalt</p> <p>Das Mini-Forschungsprojekt wird in einem Fachgebiet oder Institut eines am Studienbereich Energy Science and Engineering beteiligten Fachbereichs durchgeführt.</p> <p>Der Inhalt der zu bearbeitenden Fragestellung ist in Absprache mit dem jeweiligen Lehrenden festzulegen und orientiert sich an aktuellen, energierelevanten wissenschaftlichen Fragestellungen mit Bezug zum Themenbereich „Multimodale Energiesysteme und Nachhaltigkeitsbewertung“. Idealerweise erfordert die Aufgabenstellung eine interdisziplinäre Herangehensweise.</p> <p>Der/die Studierende wird zu einer weitestgehend eigenständigen Bearbeitung der Themenstellung angeleitet.</p>				
2	<p>Qualifikationsziele / Lernergebnisse</p> <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • sind kompetent in der selbständigen Einarbeitung in das Thema der Aufgabenstellung im Themenbereich „Multimodale Energiesysteme und Nachhaltigkeitsbewertung“ sowie in der Dokumentation und Präsentation ihrer Arbeit • sind befähigt, die im Studium erworbenen Kenntnisse und Fähigkeiten mit Fragestellungen der aktuellen Forschung zu verbinden • können forschungsnahe Experimente oder Projektarbeiten eigenständig strukturieren, planen und durchführen • wählen zur Bearbeitung einer Aufgabenstellung adäquate Hilfsmittel und Methoden aus und setzen diese ein bzw. wenden diese an • können die erhaltenen Ergebnisse unter Berücksichtigung des aktuellen Forschungsstands einschätzen und angemessen interpretieren • sind in der Lage, die konkreten Fragestellungen, Lösungsvorschläge, unternommene Arbeitsschritte und die erhaltenen Ergebnisse in einer Präsentation sowie einem schriftlichen Bericht in wissenschaftlichem Stil vorzustellen und in der entsprechenden Fachsprache zu diskutieren • sollen nach dem absolvieren des Moduls in der Lage sein, auch umfangreichere Forschungs- und Entwicklungsprojekte selbständig durchzuführen 				
3	<p>Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme</p> <p>B.Sc. in einer Natur-oder Ingenieurwissenschaft</p>				
4	<p>Prüfungsform</p> <p>Modulabschlussprüfung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Studienleistung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Standard BWS) <p>Bericht und/oder Präsentation. Die Art der Prüfung wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.</p>				
5	<p>Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten</p> <p>Bestehen der Modulabschlussprüfung</p>				
6	<p>Benotung</p> <p>Modulabschlussprüfung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Studienleistung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100 %) 				

7	Verwendbarkeit des Moduls M.Sc. Energy Science and Engineering		
8	Notenverbesserung nach §25 (2)		
9	Literatur Wird bei der Aufgabenstellung bekanntgegeben bzw. ist durch eigene Recherche zu ermitteln		
Enthaltene Kurse			
	Kurs-Nr. 18-en-2024-pj	Kursname Mini-Forschungsprojekt "Multimodale Energiesysteme und Nachhaltigkeitsbewertung"	
	Dozent/in Prof. Dr.-Ing. Gerd Griepentrog	Lehrform Projektseminar	SWS 2

2.6 Themenbereich Zukünftige Kraftwerke

2.6.1 Mini-Forschungsprojekt

Modulname Mini-Forschungsprojekt "Zukünftige Kraftwerke"					
Modul Nr. 18-en-2025	Leistungspunkte 5 CP	Arbeitsaufwand 150 h	Selbststudium 120 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes Semester
Sprache Deutsch/Englisch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr.-Ing. Gerd Griepentrog		
1	Lerninhalt Das Mini-Forschungsprojekt wird in einem Fachgebiet oder Institut eines am Studienbereich Energy Science and Engineering beteiligten Fachbereichs durchgeführt. Der Inhalt der zu bearbeitenden Fragestellung ist in Absprache mit dem jeweiligen Lehrenden festzulegen und orientiert sich an aktuellen, energierelevanten wissenschaftlichen Fragestellungen mit Bezug zum Themenbereich „Zukünftige Kraftwerke“. Idealerweise erfordert die Aufgabenstellung eine interdisziplinäre Herangehensweise. Der/die Studierende wird zu einer weitestgehend eigenständigen Bearbeitung der Themenstellung angeleitet.				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Die Studierenden <ul style="list-style-type: none">• sind kompetent in der selbständigen Einarbeitung in das Thema der Aufgabenstellung im Themenbereich „Zukünftige Kraftwerke“ sowie in der Dokumentation und Präsentation ihrer Arbeit• sind befähigt, die im Studium erworbenen Kenntnisse und Fähigkeiten mit Fragestellungen der aktuellen Forschung zu verbinden• können forschungsnahe Experimente oder Projektarbeiten eigenständig strukturieren, planen und durchführen• wählen zur Bearbeitung einer Aufgabenstellung adäquate Hilfsmittel und Methoden aus und setzen diese ein bzw. wenden diese an• können die erhaltenen Ergebnisse unter Berücksichtigung des aktuellen Forschungsstands einschätzen und angemessen interpretieren• sind in der Lage, die konkreten Fragestellungen, Lösungsvorschläge, unternommene Arbeitsschritte und die erhaltenen Ergebnisse in einer Präsentation sowie einem schriftlichen Bericht in wissenschaftlichem Stil vorzustellen und in der entsprechenden Fachsprache zu diskutieren• sollen nach dem absolvieren des Moduls in der Lage sein, auch umfangreichere Forschungs- und Entwicklungsprojekte selbständig durchzuführen				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme B.Sc. in einer Natur-oder Ingenieurwissenschaft				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none">• Modulprüfung (Studienleistung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Standard BWS) Bericht und/oder Präsentation. Die Art der Prüfung wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.				
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Modulabschlussprüfung				
6	Benotung				

	Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Studienleistung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100 %) 		
7	Verwendbarkeit des Moduls M.Sc. Energy Science and Engineering		
8	Notenverbesserung nach §25 (2)		
9	Literatur Wird bei der Aufgabenstellung bekanntgegeben bzw. ist durch eigene Recherche zu ermitteln		
Enthaltene Kurse			
	Kurs-Nr. 18-en-2025-pj	Kursname Mini-Forschungsprojekt "Zukünftige Kraftwerke"	
	Dozent/in Prof. Dr.-Ing. Gerd Griepentrog	Lehrform Projektseminar	SWS 2

2.6.2 Verbrennungskraftwerke

Modulname Elektrische Maschinen und Antriebe					
Modul Nr. 18-bi-1020	Leistungspunkte 5 CP	Arbeitsaufwand 150 h	Selbststudium 90 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Wintersemester
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr. techn. Dr.h.c. Andreas Binder		
1	Lerninhalt Aufbau und Wirkungsweise von Asynchronmaschinen, Synchronmaschinen, Gleichstrommaschinen. Elementare Drehfeldtheorie, Drehstromwicklungen. Stationäres Betriebsverhalten der Maschinen im Motor-/ Generatorbetrieb, Anwendung in der Antriebstechnik am starren Netz und bei Umrichterspeisung. Bedeutung für die elektrische Energieerzeugung im Netz- und Inselbetrieb.				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage: <ul style="list-style-type: none"> • das stationäre Betriebsverhalten der drei Grundtypen elektrischer Maschinen sowohl im Generator- als auch Motorbetrieb berechnen und erläutern zu können, • die Anwendung elektrischer Maschinen in der Antriebstechnik zu verstehen und einfache Antriebe selbst zu projektieren, • die einzelnen Bauteile elektrischer Maschinen in ihrer Funktion zu verstehen und deren Wirkungsweise erläutern zu können, • die Umsetzung der Grundbegriffe elektromagnetischer Felder und Kräfte in ihrer Anwendung auf elektrische Maschinen nachvollziehen und selbständig erklären zu können. 				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme Mathematik I bis III, Elektrotechnik und Informationstechnik I und II, Physik, Mechanik				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Dauer: 120 Min., Standard BWS) 				
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Modulabschlussprüfung				
6	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Gewichtung: 100 %) 				
7	Verwendbarkeit des Moduls BSc ETiT, BSc/MSc Wi-ETiT, BEd				
8	Notenverbesserung nach §25 (2) Es wird zu Beginn des Semesters angekündigt, ob es vorlesungsbegleitende Kurztests gibt, die eine Notenverbesserung ermöglichen.				
9	Literatur				

- Ausführliches Skript und Aufgabensammlung; Kompletter Satz von PowerPoint-Folien
- A. Binder: El. Maschinen u. Antriebe: Grundlagen, Betriebsverhalten, Springer Vieweg, 2017
- A. Binder: El. Maschinen u. Antriebe: Übungsbuch, Springer Vieweg, 2017
- E. Bolte: Elektrische Maschinen, Springer Vieweg, 2018
- R. Fischer: Elektrische Maschinen, Carl Hanser Verlag, 2017
- J. Pyrhönen, T. Jokinen, V. Hrabovcova: Design of Rotating Electrical Machines, 2013, Wiley
- G. Müller, B. Ponick: El. Maschinen: 1: Grundlagen, 2014; 2: Berechnung, 2007, Wiley-VCH
- Th. Bödefeld, H. Sequenz: Elektrische Maschinen, Springer Vieweg, 1971
- H.-O. Seinsch: Grundlagen el. Maschinen u. Antriebe, Springer Vieweg, 1993

Enthaltene Kurse

Kurs-Nr. 18-bi-1020-vl	Kursname Elektrische Maschinen und Antriebe		
Dozent/in Prof. Dr. techn. Dr.h.c. Andreas Binder		Lehrform Vorlesung	SWS 2
Kurs-Nr. 18-bi-1020-ue	Kursname Elektrische Maschinen und Antriebe		
Dozent/in Prof. Dr. techn. Dr.h.c. Andreas Binder		Lehrform Übung	SWS 2

Modulname Energiesysteme I (Grundlagen der Energieumwandlung)					
Modul Nr. 16-20-5010	Leistungspunkte 4 CP	Arbeitsaufwand 120 h	Selbststudium 90 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr.-Ing. Bernd Epple		
1	Lerninhalt Energieträger, Brennstoffe und Feuerungen, Wasser-Dampf-Prozesse, Gasturbinen- und Kombiprozesse, Dampferzeuger, Abgasreinigung, Energiespeicher und Waste to Energy and Chemicals.				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Nachdem die Studierenden die Lerneinheit erfolgreich abgeschlossen haben, sollten sie in der Lage sein: 1. Energieträger einzuteilen. 2. Brennstoffe und deren Feuerungsarten zu erläutern. 3. Verschiedene Dampfkraftprozesse zu analysieren, zu berechnen und zu optimieren. 4. Verschiedene Gas- und Kombiprozesse zu analysieren, zu berechnen und zu optimieren. 5. Dampferzeugersysteme zu nennen und zu erklären. 6. Die für Kraftwerke relevanten Abgasreinigungsverfahren zu beschreiben. 7. Energiespeichersysteme zu vergleichen und zu beurteilen. 8. Waste to Energy and Chemicals Verfahren zu erklären.				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme Keine				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Dauer: 90 Min., Standard BWS) Klausur 90 min				
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Prüfungsleistung				
6	Benotung Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Gewichtung: 100 %)				
7	Verwendbarkeit des Moduls WPB Master MB II (Kernlehrveranstaltung aus dem Maschinenbau) Master MB II CEPE Pflicht WPB Master PST III (Fächer aus Natur- und Ingenieurwissenschaft für Papiertechnik)				
8	Notenverbesserung nach §25 (2)				
9	Literatur Unterlagen werden während der Vorlesung herausgegeben.				
Enthaltene Kurse					
	Kurs-Nr. 16-20-5010-vl	Kursname Energiesysteme I (Grundlagen der Energieumwandlung)			
	Dozent/in Prof. Dr.-Ing. Bernd Epple			Lehrform Vorlesung	SWS 2

Modulname Energiesysteme III (Innovative Energiewandlungsverfahren)					
Modul Nr. 16-20-5030	Leistungspunkte 4 CP	Arbeitsaufwand 120 h	Selbststudium 90 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr.-Ing. Bernd Epple		
1	Lerninhalt In der Vorlesung werden innovative Verfahren zur stofflichen und energetischen Nutzung von alternativen Kohlenstoffquellen (Biomasse, Abfälle, Klärschlamm und CO ₂) vorgestellt und als Alternative zu konventionellen Verfahren thematisiert. Ein Augenmerk liegt dabei auf Verfahren die in der Lage sind, den Kohlenstoffkreislauf zu schließen. Ein großer Teil der Vorlesung behandelt das Thema Vergasung und die stoffliche Weiterverwendung des Synthesegases (z.B. Biomass-to-Liquid). Des Weiteren wird das innovative Feld der Nutzung von CO ₂ als Rohstoff behandelt und Verfahren vorgestellt, um die Emissionen von CO ₂ in die Atmosphäre zu verhindern (Stichwort Carbon Capture and Utilization). Dem Potential der Weiterverwendung von Abfällen und Klärschlamm wird eine eigene Einheit innerhalb der Vorlesung gewidmet.				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Nachdem die Studierenden die Lerneinheit erfolgreich abgeschlossen haben, sollten sie in der Lage sein: 1. Innovative Verfahren zur Nutzung von Abfällen und Klärschlamm zu kennen und zu bewerten. 2. Verschiedene CCS/U-Technologien hinsichtlich ihrer technologischen und wirtschaftlichen Anwendung einzuordnen. 3. Die Möglichkeiten der stofflichen Nutzung von Synthesegas (H ₂ , CO, CO ₂) zu benennen und zu bewerten. 4. Verschiedene Vergasungsprozesse zu benennen und deren Vor- und Nachteile zu kennen. 5. Die grundlegenden Aufbereitungsschritte zur Reinigung von Synthesegas zu kennen. 6. Grundlegenden Eigenschaften der Wirbelschichttechnologie und des Gebietes der Mehrphasenströmung zu beschreiben.				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Dauer: 90 Min., Standard BWS) Klausur 90 min				
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Prüfungsleistung				
6	Benotung Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Gewichtung: 100 %)				
7	Verwendbarkeit des Moduls WPB Master MB II (Kernlehrveranstaltung aus dem Maschinenbau) Master MB II SP CEPE WPB Master PST III (Fächer aus Natur- und Ingenieurwissenschaft für Papiertechnik)				
8	Notenverbesserung nach §25 (2)				
9	Literatur Unterlagen werden während der Vorlesung ausgegeben				
Enthaltene Kurse					

Kurs-Nr. 16-20-5030-v1	Kursname Energiesysteme III (Innovative Energiewandlungsverfahren)		
Dozent/in Prof. Dr.-Ing. Bernd Epple		Lehrform Vorlesung	SWS 2

Modulname Großgeneratoren und Hochleistungsantriebe					
Modul Nr. 18-bi-2020	Leistungspunkte 4 CP	Arbeitsaufwand 120 h	Selbststudium 75 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Wintersemester
Sprache Deutsch/Englisch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr. techn. Dr.h.c. Andreas Binder		
1	Lerninhalt Elektrische Großgeneratoren: Bemessung, Details der Auslegung: Kühlungsvarianten (Luft-, Wasserstoff- und Wasserkühlung, direkte Leiterkühlung) Einzelverlustberechnung (Wirbelströme in Nutenleitern, Maßnahmen zur Minderung der Zusatzverluste), Auslegungsbeispiele großer Wasserkraftgeneratoren bis ca. 800 MVA und Turbogeneratoren in kalorischen Kraftwerken bis ca. 2000 MVA. Einsatz von Leistungselektronik bei großen Synchronmotorantrieben: Stromrichtermotor und Direktmotor. Begleitende Fachexkursion, zahlreiches Bildmaterial.				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Nach Abschluss des Moduls haben die Studierenden ein Verständnis entwickelt für die Auslegung von Kühlsystemen, Bemessungsgrundlagen und Betriebseigenschaften von großen Generatoren und Antrieben.				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme Physik, Elektrische Maschinen und Antriebe, Energietechnik				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Dauer: 60 Min., Standard BWS) 				
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Modulabschlussprüfung				
6	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Gewichtung: 100 %) 				
7	Verwendbarkeit des Moduls MSc EPE, MSc ETiT, MSc MEC, MSc WI-ETiT				
8	Notenverbesserung nach §25 (2)				
9	Literatur Ausführliches Skript mit Übungsbeispielen; <ul style="list-style-type: none"> • A. Binder: El. Maschinen u. Antriebe: Grundlagen, Betriebsverhalten, Springer Vieweg, 2017 • A. Binder: El. Maschinen u. Antriebe: Übungsbuch, Springer Vieweg, 2017 • J. Pyrhönen, T. Jokinen, V. Hrabovcova: Design of Rotating Electrical Machines, 2013, Wiley • A. Fitzgerald, C. Kingsley, A. Kusko: Electric machinery, McGraw-Hill, 2003 • W. Leonhard: Control of electrical drives, Springer Vieweg, 2001 • P. Vas: Parameter estimation, condition monitoring, and diagnosis of electrical machines, Clarendon Press, 1993 				
Enthaltene Kurse					
	Kurs-Nr. 18-bi-2020-vl	Kursname Großgeneratoren und Hochleistungsantriebe			
	Dozent/in Prof. Dr. Georg Traxler-Samek, Prof. Dr. techn. Dr.h.c. Andreas Binder			Lehrform Vorlesung	SWS 2

Kurs-Nr. 18-bi-2020-ue	Kursname Großgeneratoren und Hochleistungsantriebe		
Dozent/in Prof. Dr. Georg Traxler-Samek, Prof. Dr. techn. Dr.h.c. Andreas Binder		Lehrform Übung	SWS 1

Modulname Hochspannungstechnik I					
Modul Nr. 18-hs-1080	Leistungspunkte 5 CP	Arbeitsaufwand 150 h	Selbststudium 90 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Wintersemester
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr.-Ing. Jutta Hanson		
1	Lerninhalt Wahl der Spannungsebene, Erzeugung hoher Wechselspannung, Erzeugung hoher Gleichspannung, Erzeugung von Stoßspannungen, Messung hoher Spannungen (Wechsel-, Gleich-, Stoßspannungen), Elektrische Felder, 2 Exkursionen zu Herstellern Energietechnischer Geräte				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Die Studierenden wissen, warum elektrische Energieübertragung mit Hochspannung erfolgt und wie die optimale Spannungshöhe ermittelt wird; sie können die Prüfspannungsformen aus den im Netz auftretenden Beanspruchungen ableiten; sie wissen, wie hohe Prüfspannungen im Labor erzeugt und gemessen werden; sie haben die Anforderungen der Normen verstanden (und warum Normen überhaupt wichtig sind) und können sie umsetzen; für die Erzeugung der Spannungsformen Wechselspannung, Gleichspannung, Stoßspannung haben sie typische Kreise kennen gelernt und können diese abwandeln und weiterentwickeln; sie kennen die Probleme und Anforderungen der Messtechnik und können Hochspannungsmesssysteme angepasst an die Problemstellung einsetzen und optimieren; sie sind damit insgesamt grundsätzlich in der Lage, ein Hochspannungslabor selber zu planen und zu errichten; sie können die elektrischen Feldverhältnisse an einfachen Elektrodenanordnungen berechnen und bereits Optimierungen durch Formgebung der Elektroden vornehmen; sie können die Ausbreitung von Impulsen auf Leitungen abschätzen und wissen, wie sich dies auf die Stoßspannungsmesstechnik auswirkt.				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Dauer: 120 Min., Standard BWS) 				
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Modulabschlussprüfung				
6	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Gewichtung: 100 %) 				
7	Verwendbarkeit des Moduls BSc ETiT				
8	Notenverbesserung nach §25 (2)				
9	Literatur <ul style="list-style-type: none"> • Eigenes Skript (ca. 200 Seiten) • Sämtliche VL-Folien (ca. 600 Stck.) zum Download • Küchler: Hochspannungstechnik, Springer-Verlag 				
Enthaltene Kurse					

	Kurs-Nr. 18-hs-1080-vl	Kursname Hochspannungstechnik I		
	Dozent/in Prof. Dr.-Ing. Jutta Hanson		Lehrform Vorlesung	SWS 2
	Kurs-Nr. 18-hs-1080-ue	Kursname Hochspannungstechnik I		
	Dozent/in Prof. Dr.-Ing. Jutta Hanson		Lehrform Übung	SWS 2

Modulname Höhere Wärmeübertragung					
Modul Nr. 16-14-5040	Leistungspunkte 4 CP	Arbeitsaufwand 120 h	Selbststudium 75 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr.-Ing. Peter Stephan		
1	Lerninhalt Verdampfung und Kondensation; metastabile Phasengleichgewichte, heterogene und homogene Keimbildung, Phasengleichgewichte von Stoffgemischen, mikroskopische Wärmetransportphänomene; Berechnungsgrundlagen und Bauarten von Verdampfern und Kondensatoren; Wärmerohre.				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Nachdem die Studierenden die Lerneinheit erfolgreich abgeschlossen haben, sollten sie in der Lage sein: 1. Phasengleichgewichte an ebenen und gekrümmten Phasengrenzen zu beschreiben und daraus die notwendige Überhitzung bei der Keimstellenaktivierung abzuleiten. 2. gemischspezifische Besonderheiten beim Phasenwechsel zu beschreiben. 3. die mikroskopischen Transportmechanismen an Phasengrenzen zu beschreiben. 4. Wärmeübergangskoeffizienten in Verdampfern und Kondensatoren zu berechnen. 5. die Prinzipien und Möglichkeiten zur Verbesserung des Wärmetransports auszudrücken. 6. Wärmerohre auszulegen und zu dimensionieren.				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme Grundkenntnisse in Thermodynamik und Wärmeübertragung				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Standard BWS) Mündliche Prüfung 30 min oder Klausur 60 min				
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Prüfungsleistung				
6	Benotung Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100 %)				
7	Verwendbarkeit des Moduls WPB Master MB II (Kernlehrveranstaltung aus dem Maschinenbau) Master MB II SP CEPE WPB Master PST III (Fächer aus Natur- und Ingenieurwissenschaft für Papiertechnik)				
8	Notenverbesserung nach §25 (2)				
9	Literatur Skript, Folien und weitere Unterlagen sind im Moodle-System der TU Darmstadt abrufbar.				
Enthaltene Kurse					
	Kurs-Nr. 16-14-5040-vl	Kursname Höhere Wärmeübertragung (Verdampfung und Kondensation)			
	Dozent/in Prof. Dr.-Ing. Peter Stephan			Lehrform Vorlesung	SWS 2

Kurs-Nr. 16-14-5040-ue	Kursname Höhere Wärmeübertragung (Verdampfung und Kondensation)		
Dozent/in Prof. Dr.-Ing. Peter Stephan	Lehrform Übung	SWS 1	

Modulname Kraftwerke und Erneuerbare Energien					
Modul Nr. 18-hs-2090	Leistungspunkte 4 CP	Arbeitsaufwand 120 h	Selbststudium 75 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Wintersemester
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr.-Ing. Jutta Hanson		
1	Lerninhalt Energieformen, Charakteristika und elektrizitätswirtschaftliche Kennzahlen sowie Bedeutung der Energieerzeugung - Energiewandlung in thermischen Prozessen (Carnot-Prozess), Kategorisierung von Kraftwerken - Funktionsweise von Dampfkraftwerken, Gaskraftwerken, Wasserkraftwerken, Windkraftwerken, Nutzung von Sonnenenergie (Photovoltaik, Solarthermie) sowie weiterer regenerativer Energiequellen (Geothermie, Biomasse) - Technologien zur Umwandlung und Speicherung von Energie (Power 2 X) - Elektrotechnische Einrichtungen - Netzanschlussbedingungen für Kraftwerke				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Nach Abschluss des Moduls wurde den Studierenden folgendes vermittelt: <ul style="list-style-type: none"> • Überblick über die Konzepte der Erzeugung elektrischer Energie durch verschiedene Energieträger • Verständnis der physikalischen Prozesse • Wirkungsweise und Aufbau konventioneller Kraftwerke und Erzeugungsanlagen mit regenerativen Energiequellen sowie Speicher • Verständnis der benötigten elektrischen Betriebsmittel und der regelungstechnischen Konzepte 				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme Basiswissen Elektrotechnik, Energietechnische Zusammenhänge				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Dauer: 90 Min., Standard BWS) 				
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Modulabschlussprüfung				
6	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Gewichtung: 100 %) 				
7	Verwendbarkeit des Moduls MSc ETiT, MSc WI-ET, MSc EPE, MSc MEC, MSc CE, MSc MB, MSc WI-MB				
8	Notenverbesserung nach §25 (2)				
9	Literatur Eigenes Skriptum				
Enthaltene Kurse					
	Kurs-Nr. 18-hs-2090-v1	Kursname Kraftwerke und Erneuerbare Energien			
	Dozent/in Prof. Dr.-Ing. Jutta Hanson			Lehrform Vorlesung	SWS 2

Kurs-Nr. 18-hs-2090-ue	Kursname Kraftwerke und Erneuerbare Energien		
Dozent/in Prof. Dr.-Ing. Jutta Hanson		Lehrform Übung	SWS 1

Modulname Modeling of Turbulent Flows					
Modul Nr. 16-71-3024	Leistungspunkte 8 CP	Arbeitsaufwand 240 h	Selbststudium 150 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes 2. Semester
Sprache Englisch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr.-Ing. Christian Hasse		
1	Lerninhalt Kontinuumsmechanik (Transportgleichungen), Grundlagen der Turbulenz (Eigenschaften, Zeit und Längenskalen, mathematische Grundlagen, spektrale Sichtweise), statistische Turbulenzmodellierung (RANS), Direkte Numerische Simulation, Grobstruktur-Simulation (Filterungsoperationen, Modellierung, Modellauswahl).				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Nachdem die Studierenden die Lerneinheit erfolgreich abgeschlossen haben, sollten sie in der Lage sein: 1. Transiente Strömungsphänomene und Erscheinungsformen der Turbulenz zu beschreiben. 2. Die mathematischen Grundlagen und Kennzahlen der Turbulenz zu erläutern. 3. Die beschreibenden Gleichungen sowie ihre Modellierungsformen herzuleiten und anhand grundlegender Strömungstypen zu interpretieren. 4. Die wichtigsten technischen Strömungstypen zu erkennen und zu charakterisieren. 5. Die Dynamik turbulenter Strömungen sowie ihre beschreibenden mathematischen Methoden zu erläutern. 6. Die grundlegenden Modelle der modernen Strömungsberechnungsprogramme zu erläutern, korrekt anzuwenden und die Ergebnisse zu bewerten. 7. Die Auflösungsbedingungen der Direkten Numerischen Simulation zu erklären und die damit verbundenen Anforderungen an Hochleistungsrechner abzuschätzen. 8. Die Grundlagen und Modellierungsansätze der Grobstruktursimulation zu erläutern und anzuwenden.				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme Vorlesung Technische Strömungslehre empfohlen				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Standard BWS) Fakultativ: mündliche Prüfung 20 min oder Klausur 90 min				
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Prüfungsleistung				
6	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100 %) 				
7	Verwendbarkeit des Moduls WPB Master MB II (Kernlehrveranstaltung aus dem Maschinenbau) Master AE II Kernlehrveranstaltung Master MB II SP CEPE WPB Master PST III (Wahlfächer aus Natur- und Ingenieurwissenschaft)				
8	Notenverbesserung nach §25 (2)				
9	Literatur Vorlesungsfolien und eine deutsche Aufzeichnung der Vorlesung werden in Moodle bereitgestellt. Weiterführende Literatur wird in der Vorlesung erläutert.				
Enthaltene Kurse					

	Kurs-Nr. 16-71-3024-vl	Kursname Modeling of Turbulent Flows		
	Dozent/in Prof. Dr.-Ing. Christian Hasse		Lehrform Vorlesung	SWS 4
	Kurs-Nr. 16-71-3024-ue	Kursname Modeling of Turbulent Flows		
	Dozent/in Prof. Dr.-Ing. Christian Hasse		Lehrform Übung	SWS 2

Modulname Planung, Bau, Inbetriebnahme und Betrieb von Großanlagen					
Modul Nr. 16-20-5120	Leistungspunkte 4 CP	Arbeitsaufwand 120 h	Selbststudium 120 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr.-Ing. Reinhold Elsen		
1	Lerninhalt Energiewirtschaft, Energie- und Umweltpolitik (Markt-, Umfeldbedingungen) Recht (Genehmigungsrecht, Vertragsrecht) Projektmanagement (Projektentwicklung und -organisation, Terminplanung und -steuerung, Kosten- und Qualitätskontrolle) Betriebswirtschaft (u. a. Investitionsrechnung, Betriebsführung)				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Nachdem die Studierenden die Lerneinheit erfolgreich abgeschlossen haben, sollten sie in der Lage sein: <ol style="list-style-type: none"> 1. Die notwendigen Schritten von der Idee eines Kraftwerkneubauprojekts bis zum Betrieb des Kraftwerks zu beschreiben. 2. Die anspruchsvollen Fragestellungen aus den Bereichen Energiewirtschaft, Energie- und Umweltpolitik, Recht, Projektmanagement und Betriebswirtschaft - die die Planung und den Bau neuer Kraftwerke zu einer äußerst komplexen Aufgabe machen - darzustellen und die Eigenheiten dieser Bereiche zu erklären. 3. Die Verfahren der Investitionsrechnung zu erklären und eine Investitionsrechnung für ein Kraftwerksneubauprojekt anzustellen. 				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme Energiesysteme I empfohlen				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Dauer: 90 Min., Standard BWS) Schriftliche Prüfung (90 min)				
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Prüfungsleistung				
6	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Gewichtung: 100 %) 				
7	Verwendbarkeit des Moduls WPB Master MPE III (Wahlfächer aus Natur- und Ingenieurwissenschaft) WPB Master PST III (Fächer aus Natur- und Ingenieurwissenschaft für Papiertechnik)				
8	Notenverbesserung nach §25 (2)				
9	Literatur Vorlesungsfolien				
Enthaltene Kurse					
	Kurs-Nr. 16-20-5120-vl	Kursname Planung, Bau, Inbetriebnahme und Betrieb von Großanlagen			
	Dozent/in Prof. Dr.-Ing. Reinhold Elsen			Lehrform Vorlesung	SWS 0

Modulname Technische Verbrennung I					
Modul Nr. 16-71-3033	Leistungspunkte 8 CP	Arbeitsaufwand 240 h	Selbststudium 165 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr.-Ing. Christian Hasse		
1	Lerninhalt Brennstoffe (Beispiele und Eigenschaften); Schadstoffe (Bildung und Wirkung); Physikalische Grundlagen (Thermodynamik und Erhaltungsgleichungen); Chemische Grundlagen (chemisches Gleichgewicht und Reaktionskinetik); Aktuelle Forschungsthemen (Experiment und Modellierung); Flammentypen (nicht-vorgemischte, vorgemischte und partiell vorgemischte Flammen); Turbulenz (Grundlagen und Modelle)				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Nachdem die Studierenden die Lerneinheit erfolgreich abgeschlossen haben, sollten sie in der Lage sein: 1. Beispiele und Eigenschaften unterschiedlichen Brennstoffe zu nennen. 2. Relevante Schadstoffe zu benennen, diese technischen Anwendungen zuzuordnen und deren Wirkung auf Mensch und Umwelt zu beschreiben. 3. Fundamentalgleichungen der Thermodynamik für ideale Gase sowie Gasgemische zu erläutern. 4. Die Definition der Zustandsgröße Entropie und die Gibbs'sche Fundamentalgleichung wiederzugeben. 5. Die adiabate Verbrennungstemperatur für konstante Wärmekapazität berechnen zu können. 6. Grundtypen von Reaktionsgleichungen zu nennen und Reaktionsgeschwindigkeiten (Vor- und Rückwärtsreaktionen) zu beschreiben. 7. Erhaltungsgleichungen mathematisch zu beschreiben und Eigenschaften jedes Terms zu erläutern. 8. Eigenschaften und Charakteristiken unterschiedlicher Flammentypen zu erklären, charakteristische Kenngrößen für laminare sowie turbulente Flammen zu berechnen und experimentelle Messmethoden zu beschreiben. 9. Gebräuchliche Modelle der turbulenten Verbrennung zu beschreiben und turbulente Strömungen anhand von Längen- und Zeitskalen zu charakterisieren. 10. Ergebnisse numerischer Verbrennungsmodelle mit der Programmiersprache Python zu erzeugen, darzustellen und zu interpretieren.				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme Technische Thermodynamik 1, Technische Thermodynamik 2, Technische Strömungslehre empfohlen				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Standard BWS) Mündliche Prüfung (30 min) oder Klausur (90 min). Wird zu Beginn der Veranstaltung abhängig von den Umständen (Anzahl der Studierenden, Pandemie etc.) bekanntgegeben				
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Prüfungsleistung				
6	Benotung Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100 %)				
7	Verwendbarkeit des Moduls WP Bachelor MB				
8	Notenverbesserung nach §25 (2)				
9	Literatur Lehrunterlagen können über den Moodle Kurs heruntergeladen werden				
Enthaltene Kurse					

	Kurs-Nr. 16-71-3033-vl	Kursname Technische Verbrennung I		
	Dozent/in Prof. Dr.-Ing. Christian Hasse		Lehrform Vorlesung	SWS 4
	Kurs-Nr. 16-71-3033-ue	Kursname Technische Verbrennung I		
	Dozent/in Prof. Dr.-Ing. Christian Hasse		Lehrform Übung	SWS 1

Modulname Tutorium Energiesysteme					
Modul Nr. 16-20-5060	Leistungspunkte 4 CP	Arbeitsaufwand 120 h	Selbststudium 60 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr.-Ing. Bernd Epple		
1	Lerninhalt Experimente zur Verbrennung fester Brennstoffe in Wirbelschichten. Die Versuche beinhalten praktische Untersuchungen zum Betriebsverhalten einer Wirbelschicht an einem Kaltmodell, sowie Laboranalysen von festen Brennstoffen (u.a. Ultimat- und Proximatanalyse, Bestimmung von Brenn- und Heizwert, Ascheschmelzpunkt und Korngrößenverteilung).				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Nachdem die Studierenden die Lerneinheit erfolgreich abgeschlossen haben, sollten sie in der Lage sein: 1. Den Einfluss verschiedener Partikeleigenschaften auf eine Wirbelschicht zu beurteilen 2. Die Strömungsstabilität stationärer und zirkulierender Wirbelschichten anhand von Kaltversuchsmodellen zu erkennen 3. Den Einfluss verschiedener Brennstoffeigenschaften auf eine Feuerung zu beurteilen. 4. Laborversuche mit der notwendigen Sorgfalt eigenständig durchzuführen. 5. Konstruktive und prozessbedingte Parameter zu untersuchen, die die Strömungsstabilität beeinflussen. 6. Die wichtigsten Mess- und Analysemethoden der Energietechnik zu erklären. 7. Die Messgeräte, bzw. elektronische Messdatenerfassungsanlagen zu bedienen und deren Messfehler abzuschätzen. 8. Die aufgenommenen Messdaten auszuwerten und einen technischen Versuchsbericht zu erstellen.				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme Energie und Klimaschutz oder Energiesysteme I				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Sonderform, Standard BWS) 				
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Modulabschlussprüfung				
6	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Sonderform, Gewichtung: 100 %) 				
7	Verwendbarkeit des Moduls				
8	Notenverbesserung nach §25 (2)				
9	Literatur Unterlagen zum Vorlesungsbeginn erhältlich				
Enthaltene Kurse					
	Kurs-Nr. 16-20-5060-tt	Kursname Tutorium Energiesysteme			
	Dozent/in Prof. Dr.-Ing. Bernd Epple			Lehrform Tutorium	SWS 4

2.6.3 Fusions- und Kernenergie

Modulname Beschleunigerphysik					
Modul Nr. 05-21-2657	Leistungspunkte 5 CP	Arbeitsaufwand 150 h	Selbststudium 105 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr. rer. nat. Joachim Enders		
1	Lerninhalt Experimentelle Grundlagen der Physik und Technik von Beschleunigern: Beschleunigertypen, Strahlführung und transversaler Phasenraum, Beschleunigung und longitudinaler Phasenraum, Strahldiagnose, Hochfrequenztechnik, Emittanzmessung, Strahldynamik Einführung in die Beschleunigerphysik: Synchrotron- und Betatronschwingungen, Resonanzen und nichtlineare Dynamik, Intensitätseffekte, Impedanzen				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> • wissen um Begriffe, Konzepte und Methoden der Beschleunigerphysik auf vertieftem Niveau und haben technische Aspekte der Beschleunigerphysik kennen gelernt, • besitzen Fertigkeiten in wichtigen Messmethoden und theoretischen Konzepten auf diesen Gebieten können diese auf Aufgaben in den genannten Bereichen anwenden und kommunizieren, • sind kompetent in der Arbeit im Labor und sind in der Lage, messtechnische Probleme der Beschleunigerphysik anzugehen und ihre Messungen kritisch einzuschätzen sowie Strahlparameter abzuschätzen und • sind fähig, die fachlichen Inhalte in den gesellschaftlichen Zusammenhang einzubetten, die Konsequenzen kritisch einzuschätzen und entsprechend ethisch und verantwortungsbewusst zu handeln. 				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Studienleistung, Mündliche/schriftliche Prüfung) Die Art der Prüfung wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben. Es kann sich dabei entweder (i) um eine Klausur (K, 90 min), (ii) um eine mündliche Prüfung (mP, 30 min), oder (iii) um eine Präsentation (Pt) handeln.				
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Modulabschlussprüfung				
6	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Studienleistung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100 %) 				
7	Verwendbarkeit des Moduls				
8	Notenverbesserung nach §25 (2)				
9	Literatur				

wird vom Dozenten angegeben, z.B. Wille, Physik der Teilchenbeschleuniger und Synchrotronstrahlungsquellen Wiedemann, Accelerator Physics (1 + 2)			
Enthaltene Kurse			
Kurs-Nr. 18-bf-2010-vl	Kursname Beschleunigerphysik		
Dozent/in Prof. Dr. Oliver Boine-Frankenheim		Lehrform Vorlesung	SWS 2
Kurs-Nr. 05-24-2014-vp	Kursname Experimentelle Grundlagen der Physik und Technik von Beschleunigern		
Dozent/in Prof. Dr. rer. nat. Joachim Enders		Lehrform Praktikum	SWS 1

Modulname Intense Laser Beams					
Modul Nr. 05-21-2670	Leistungspunkte 5 CP	Arbeitsaufwand 150 h	Selbststudium 90 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes 2. Semester
Sprache Englisch			Modulverantwortliche Person		
1	Lerninhalt Lasemedien, spezielle Aspekte von Hochenergielasern, nichtlinearer Brechungsindex und B-Integral, moderne Laserkonzepte, Architekturen, Pulsformung, Kurzpuls- und CPA-Laser, Laser-Plasma Wechselwirkung, Diagnostik relativistischer Plasmen, Erzeugung höherer Harmonischer, Teilchenbeschleunigung, Strahlenschutzanforderungen				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Die Studierenden kennen die grundlegenden Problemkreise von Hochenergielasern, Hochleistungslasern. Sie können selbstständig und anhand von Standardliteratur die Anforderungen für ein Lasersystem erarbeiten und Systeme für spezifische Anwendungen optimieren. Sie kennen den aktuellen Stand der Technik der Lasersysteme. Die Studenten können verschiedene Systeme vergleichen und die zu erwartende Leistung berechnen. Die Studierenden können die Grundlegenden Wechselwirkungsmechanismen beschreiben und Ihre Abhängigkeit von den Strahlparametern benennen. Die Studenten sind in der Lage an Hochenergielasersystemen zu arbeiten und diese zu erweitern. Die Studierenden sind fähig, die fachlichen Inhalte in den gesellschaftlichen Zusammenhang einzubetten, die Konsequenzen kritisch einzuschätzen und entsprechend ethisch und verantwortungsbewusst zu handeln.				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme Grundkenntnisse Laser- und Plasmaphysik				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Studienleistung, Mündliche Prüfung, Dauer: 30 Min.) Mündliche Prüfung				
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestandene Studienleistung				
6	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Studienleistung, Mündliche Prüfung, Gewichtung: 100 %) 				
7	Verwendbarkeit des Moduls MSc. Physik: Mögliche Spezialvorlesung in den Studienschwerpunkten „O: Moderne Optik“ oder K: Kernphysik und nukleare Astrophysik “ oder „ H: Materie bei hoher Energiedichte “oder „ F: Physik der Kondensierten Materie “ oder „ B: Physik und Technik von Beschleunigern. Und Physikalisches Wahlfach für Studierende, die nicht Studienschwerpunkt „O: Moderne Optik“ gewählt haben.				
8	Notenverbesserung nach §25 (2)				
9	Literatur Wird zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben				
Enthaltene Kurse					
	Kurs-Nr. 05-21-1481-vl	Kursname Intense Laser Beams			
	Dozent/in Prof. Dr. rer. nat. Markus Roth			Lehrform Vorlesung	SWS 3

Kurs-Nr. 05-23-1481-ue	Kursname Intense Laser Beams		
Dozent/in Prof. Dr. rer. nat. Markus Roth		Lehrform Übung	SWS 1

Modulname Atoms and Ions in Plasma					
Modul Nr. 05-21-1460	Leistungspunkte 5 CP	Arbeitsaufwand 150 h	Selbststudium 90 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes 2. Semester
Sprache Englisch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr. rer. nat. Markus Roth		
1	Lerninhalt Erzeugung und Charakterisierung von Plasmen und Plasmaparameter Stoßionisation, Coulombstöße, Leitfähigkeit Wellen in Plasmen Kinetische Plasmatheorie Landaudämpfung Saha Gleichung / Beam Target Interaction Plasmadiagnostik				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> • kennen die grundlegenden Konzepte der Plasmaphysik, der Erzeugung von Plasmen und die Methoden zur Messung der Plasmaparameter. Sie können unterscheiden zwischen den Konzepten idealer Plasmen und Plasmen mit starkem Kopplungsparameter. Sie sind vertraut mit den wichtigsten Anwendungen der Plasmaphysik in der Magnetfusion und Trägheitsfusion, • besitzen Fertigkeiten, verschiedene Methoden der Plasmadiagnostik einzusetzen, sie können den Ionisationsgrad von Plasmen abschätzen und die Bewegung von Plasmen unter dem Einfluss von Magnetfeldern berechnen und Aussagen über die Stabilität bzw. Instabilität von Plasmaeinschlüssen machen. Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> • können Teilaspekte der Hydrodynamik, Atomphysik in Plasmen und starken Feldern, sowie Wechselwirkung von intensiven Teilchenstrahlen und Lasern mit Materie im Hinblick auf die Anwendungen in der Erzeugung dichter Plasmen analysieren , quantitative Abschätzungen zu wichtigen Kenngrößen machen und auf experimentelle Aufgabenstellungen anwenden sowie die erworbenen Kenntnisse kommunizieren • sind kompetent in der selbständigen Bearbeitung von Problemstellungen in den genannten Themengebieten und sind in der Lage, Einsatzmöglichkeiten der erarbeiteten Methoden der Plasmaphysik und hier speziell der Plasmaphysik mit schweren Ionen einschätzen zu können. • sind fähig, die fachlichen Inhalte in den gesellschaftlichen Zusammenhang einzubetten, die Konsequenzen kritisch einzuschätzen und entsprechend ethisch und verantwortungsbewusst zu handeln. 				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Studienleistung, Mündliche Prüfung, Dauer: 30 Min.) 				
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestandene Studienleistung				
6	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Studienleistung, Mündliche Prüfung, Gewichtung: 100 %) 				
7	Verwendbarkeit des Moduls				

	MSc Physik: Mögliche Spezialvorlesung in den Studienschwerpunkten „O: Moderne Optik“ oder K: Kernphysik und nukleare Astrophysik “ oder „ F: Physik der Kondensierten Materie “ oder „ B: Physik und Technik von Beschleunigern. Und Physikalisches Wahlfach für Studierende, die nicht Studienschwerpunkt "H: Materie bei hoher Energiedichte" gewählt haben.		
8	Notenverbesserung nach §25 (2)		
9	Literatur wird von Dozent(in) angegeben Beispiele: J.A. Bittencourt: Fundamentals of Plasma Physics R.O. Dendy, Plasma Physics		
Enthaltene Kurse			
	Kurs-Nr. 05-21-3212-vl	Kursname Atoms and Ions in Plasma	
	Dozent/in Prof. Dr. rer. nat. Markus Roth	Lehrform Vorlesung	SWS 3
	Kurs-Nr. 05-23-3212-ue	Kursname Atoms and Ions in Plasma	
	Dozent/in Prof. Dr. rer. nat. Markus Roth	Lehrform Übung	SWS 1

Modulname Messmethoden der Kernphysik					
Modul Nr. 05-21-1434	Leistungspunkte 5 CP	Arbeitsaufwand 150 h	Selbststudium 90 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person		
1	Lerninhalt Datenanalyse, Strahlung und ihre Wechselwirkung mit Materie, Detektoren, Signalverarbeitung, Beschleuniger und Strahltransport, Anwendungen in Energieerzeugung, Festkörperphysik, Medizin				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> • kennen wichtige Methoden zum Nachweis ionisierender Strahlung, ausgehend von den zugrunde liegenden physikalischen Prozessen bis hin zur Erzeugung elektronisch verarbeitbarer Signale, kennen gängige Typen von Detektoren, und wissen über wichtige Anwendungen der Methoden in der Kernphysik und anderen Bereichen wie Medizin, Energietechnik, Festkörperphysik und Materialforschung Bescheid, • besitzen Fertigkeiten, Nachweissysteme für ionisierende Strahlung z.B. im Hinblick auf Anwendungen zu analysieren, quantitative Abschätzungen zu wichtigen Kenngrößen zu machen und auf Aufgabenstellungen anzuwenden sowie die erworbenen Kenntnisse zu kommunizieren, • sind kompetent in der selbständigen Bearbeitung von Problemstellungen in den genannten Themengebieten und sind in der Lage, Einsatzmöglichkeiten von kernphysikalischen Methoden und Messapparaten einschätzen zu können und • sind fähig, die fachlichen Inhalte in den gesellschaftlichen Zusammenhang einzubetten, die Konsequenzen kritisch einzuschätzen und entsprechend ethisch und verantwortungsbewusst zu handeln. 				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme Empfohlen Physik VI				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Studienleistung, Mündliche/schriftliche Prüfung) Die Art der Prüfung wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben. Es kann sich dabei entweder (i) um eine Klausur (K, 90 min), (ii) um eine mündliche Prüfung (mP, 30 min), oder (iii) um eine Präsentation (Pt) handeln.				
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestandene Studienleistung				
6	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Studienleistung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100 %) 				
7	Verwendbarkeit des Moduls MSc Physik: Mögliche Spezialvorlesung in den Studienschwerpunkten "K: Kernphysik und nukleare Astrophysik" oder „O: Moderne Optik“ oder „ H: Materie bei hoher Energiedichte “oder „ F: Physik der Kondensierten Materie “ oder „ B: Physik und Technik von Beschleunigern. Und Physikalisches Wahlfach für Studierende, die nicht Studienschwerpunkt "K: Kernphysik und nukleare Astrophysik“ gewählt haben.				
8	Notenverbesserung nach §25 (2)				

9	Literatur			
	wird von Dozent(in) angegeben Beispiele: Knoll, Radiation Detection and Measurement Leo, Techniques for Nuclear and Particle Physics Experiments			
Enthaltene Kurse				
	Kurs-Nr. 05-21-2111-vl	Kursname Messmethoden der Kernphysik		
	Dozent/in		Lehrform Vorlesung	SWS 3
	Kurs-Nr. 05-23-2111-ue	Kursname Messmethoden der Kernphysik		
	Dozent/in		Lehrform Übung	SWS 1

Modulname Energy from Nuclear Fusion					
Modul Nr. 05-21-2014	Leistungspunkte 5 CP	Arbeitsaufwand 150 h	Selbststudium 150 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes 2. Semester
Sprache Englisch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr. rer. nat. Markus Roth		
1	Lerninhalt Basics of nuclear energy, nuclear binding energy, nuclear fission, fission reactor concepts, accidents and legacy, proliferation, fusion energy, concepts and basics of nuclear fusion, magnetic fusion concepts, inertial fusion concepts, magneto- inertial fusion, state of the art and future prospects, spin-off and other use for fusion power.				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse The students will be able to explain the basics of nuclear energy, its origin and the differences between fission and fusion. They know the concepts of different reactor types in fission and fusion and their respective pro's and con's. They can explain the nuclear fuel chain. They can describe the different approaches to fusion, the concepts, the state of the art and challenges in modern fusion research.				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme Basic knowledge in energy production. Basic knowledge in physics at BSc. Level. This course will also be open to students from the graduate school for energy engineering				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Studienleistung, Mündliche Prüfung, Dauer: 30 Min.) 				
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Passing the oral examination				
6	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Studienleistung, Mündliche Prüfung, Gewichtung: 100 %) 				
7	Verwendbarkeit des Moduls				
8	Notenverbesserung nach §25 (2)				
9	Literatur Will be announced at the beginning of the course E.g.: F.F. Chen: Introduction to plasma Physics and controlled fusion Vol. 1 and 2				
Enthaltene Kurse					
	Kurs-Nr. 05-21-2014-vl	Kursname Energy from Nuclear Fusion			
	Dozent/in Prof. Dr. rer. nat. Markus Roth			Lehrform Vorlesung	SWS 0
	Kurs-Nr. 05-23-2014-ue	Kursname Energy from Nuclear Fusion			
	Dozent/in Prof. Dr. rer. nat. Markus Roth			Lehrform Übung	SWS 0

Modulname Radiation Biophysics					
Modul Nr. 05-27-2980	Leistungspunkte 5 CP	Arbeitsaufwand 150 h	Selbststudium 90 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes 2. Semester
Sprache Englisch			Modulverantwortliche Person		
1	Lerninhalt Physikalische und biologische Grundlagen der Strahlenbiophysik, Einführung in die modernen Experimentier- techniken der Strahlenbiologie. Es wird speziell auf die Wechselwirkung von Ionenstrahlen mit biologischen Systemen eingegangen. Es werden alle Schritte vorgestellt, die zur Durchführung einer Ionenstrahltherapie erforderlich sind. Es kommen folgende Gebiete zur Sprache: Elektromagnetische Strahlung, Teilchen-Materie- Wechselwirkung. Biologische Aspekte: Strahleneffekte schwach ionisierender Strahlung (z.B. Röntgenstrahlen) auf DNA, Chromo- somen, Spurenstruktur schwerer Ionen. (LET: Linear Energy Transfer) Low-LET Strahlenbiologie: Effekte in der Zelle, High-LET (z.B. Ionen) Strahlenbiologie, Physikalische und biologische Dosimetrie, Effekte bei niedriger Dosis, Ionenstrahltherapie, Therapiemodelle, Behandlung beweglicher Ziele.				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Die Studierenden kennen die Physik der Wechselwirkung ionisierender Strahlung mit Materie, deren biochemi- sche Konsequenzen wie Strahlenschäden in der Zelle, in Organen und Gewebe. Die Studierenden sind vertraut mit den wichtigen Anwendungen der Strahlenbiologie, z.B. Strahlentherapie und Strahlenschutz. Sie sind auch vertraut mit den Einflüssen von Strahlung in der Umwelt und im Weltraum. Die Studierenden sind fähig, die fach- lichen Inhalte in den gesellschaftlichen Zusammenhang einzubetten, die Konsequenzen kritisch einzuschätzen und entsprechend ethisch und verantwortungsbewusst zu handeln.				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme Keine				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Studienleistung, Mündliche/schriftliche Prüfung) Die Art der Prüfung wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben. Es kann sich dabei entweder (i) um eine Klausur (K, 90 min), (ii) um eine mündliche Prüfung (mP, 30 min), oder (iii) um eine Präsentation (Pt) handeln.				
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestandene Studienleistung				
6	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Studienleistung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100 %) 				
7	Verwendbarkeit des Moduls MSc Physik: Mögliche Spezialvorlesung in den Studienschwerpunkten „ F: Physik der Kondensierten Materie “ oder „O: Moderne Optik“ oder K: Kernphysik und nukleare Astrophysik “ oder „ H: Materie bei hoher Energiedichte “ oder „ B: Physik und Technik von Beschleunigern. Und Physikalisches Wahlfach für Studierende, die nicht Studienschwerpunkt „ F: Physik der Kondensierten Materie “ gewählt haben				
8	Notenverbesserung nach §25 (2)				
9	Literatur				

wird vom Dozenten bekannt gegeben; z.B. Eric Hall , Radiobiology for the Radiologist, Lippincott Company			
Enthaltene Kurse			
Kurs-Nr. 05-21-1662-vl	Kursname Radiation Biophysics		
Dozent/in		Lehrform Vorlesung	SWS 3
Kurs-Nr. 05-23-1662-ue	Kursname Radiation Biophysics		
Dozent/in		Lehrform Übung	SWS 1

2.7 Querschnittsthemen der Energiewissenschaft und -technik (kann nicht als Vertiefung gewählt werden)

Modulname Einführung in Scientific Computing mit Python					
Modul Nr. 18-st-2070	Leistungspunkte 4 CP	Arbeitsaufwand 120 h	Selbststudium 90 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Sommersemester
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr. rer. nat. Florian Steinke		
1	Lerninhalt In 6 Versuchen werden Grundzüge des wissenschaftlichen Rechnens am PC geübt. Dazu werden zur Lösung von beispielhaften ingenieurwissenschaftlichen Fragestellungen aus dem Grundlagenbereich der etit zentrale Methoden der numerischen Mathematik eingesetzt und deren Möglichkeiten und Grenzen exploriert. Die benötigten Grundlagen der numerischen Mathematik werden durch ein Skript zu jedem Versuch eingeführt. Im Praktikum werden die Verfahren dann unter Anleitung in der aktuellen Rechenumgebung Python implementiert. Die Versuche behandeln folgende Themenbereiche: <ul style="list-style-type: none"> • Aufstellen und Lösen von linearen Gleichungssystemen, dünn-besetzte Matrizen • Integration gewöhnlicher Differentialgleichungen sowie deren Analyse mit Hilfe von Eigenwerten • Mathematische Optimierung, Automatisches Differenzieren • Lineare Regression/Approximation, erste Machine Learning Algorithmen • Diskretisierung einfacher partieller Differentialgleichungen 				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Die Studierenden haben nach Abschluss des Moduls gelernt, Ingenieurprobleme mit modernen Rechnertools zu bearbeiten und dafür wichtige Basistechnologien des wissenschaftlichen Rechnens zielgerichtet einzusetzen. Dabei wurde den Studierenden eine algorithmische Denkweise vermittelt und sie können die Möglichkeiten und Grenzen computergestützter Rechenmethoden beurteilen.				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme Etit 1 & 2, Mathe für etit 1-3				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Studienleistung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Standard BWS) Die genaue Prüfungsform wird zu Beginn der ersten Lehrveranstaltung bekannt gegeben. Es wird entweder ein Bericht erstellt von Versuchsbeschreibungen und/oder eine Präsentation von Versuchsergebnissen.				
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Modulabschlussprüfung				
6	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Studienleistung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100 %) 				
7	Verwendbarkeit des Moduls MSc etit, BSc/MSc iST, MSc ESE				
8	Notenverbesserung nach §25 (2)				
9	Literatur				

Enthaltene Kurse			
Kurs-Nr. 18-st-2070-pr	Kursname Einführung in Scientific Computing mit Python		
Dozent/in Prof. Dr. rer. nat. Florian Steinke		Lehrform Praktikum	SWS 2

Modulname Energietechnik					
Modul Nr. 18-bi-1010	Leistungspunkte 6 CP	Arbeitsaufwand 180 h	Selbststudium 120 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Sommersemester
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr. techn. Dr.h.c. Andreas Binder		
1	Lerninhalt <p>Es sollen in Form einer Einführung in die Thematik technische Prozesse zur Nutzung der Energie für die menschliche Zivilisation im Allgemeinen, und im Speziellen die grundlegenden Aufgaben und Herausforderungen der elektrischen Energienutzung den Studierenden nahe gebracht werden. Biochemische Energieprozesse wie z. B. der menschliche Stoffwechsel sind daher nicht Thema der Lehrveranstaltung.</p> <p>Zunächst werden die physikalischen Grundlagen zum Begriff „Energie“ wiederholt, und die unterschiedlichen Energieformen mechanischer, thermischer, elektromagnetischer, chemischer und kernphysikalischer Natur für die technische Nutzung der Energie in Form von Wärme, mechanischer Bewegung und Elektrizität erläutert. Danach wird ein Überblick über die Energieressourcen gegeben, ausgehend von der solaren Einstrahlung und ihrer direkten und indirekten Auswirkung wie die solare Wärme und die Luftmassen-, Oberflächengewässer- und Meereswellenbewegung. Weiter werden die auf biochemischem Wege durch Sonneneinstrahlung entstehende Energiequelle der Biomasse und die fossilen Energiequellen Erdöl, Erdgas und Kohle und ihre Reichweite besprochen. Es werden die nuklearen Energiequellen der Kernspaltung (Uranvorkommen) und der Kernfusion (schweres Wasser) und die u. A. auf nuklearen Effekten im Erdinneren beruhende Erdwärme erläutert, sowie die durch planetare Bewegung verursachten Gezeiteneffekte erwähnt. Anschließend wird auf den wachsenden Energiebedarf der rasch zunehmenden Weltbevölkerung eingegangen, und die geographische Verteilung der Energiequellen (Lagerstätten, Anbauflächen, solare Einstrahlung, Windkarten, Gezeitenströme, ...) besprochen. Die sich daraus ergebenden Energieströme über Transportwege wie Pipelines, Schiffsverkehr, ... , werden kurz dargestellt. In einem weiteren Abschnitt werden Energiewandlungsprozesse behandelt, wobei direkte und indirekte Verfahren angesprochen werden. Nach der Rangfolge ihrer technischen Bedeutung stehen großtechnische Prozesse wie z. B. die thermischen Kreisprozesse oder hydraulische Prozesse in Kraftwerken im Vordergrund, doch wird auch ein Überblick über randständige Prozesse wie z. B. thermionische Konverter gegeben. Danach erfolgt eine Spezialisierung auf die Thematik der elektrischen Energieversorgung mit Hinblick auf den steigenden Anteil der elektrischen Energieanwendung. Es wird die Kette vom elektrischen Erzeuger zum Verbraucher mit einem Überblick auf die erforderlichen Betriebsmittel gegeben, der sich einstellende elektrische Lastfluss und dessen Stabilität angesprochen. Die Speicherung der Energie und im speziellen der elektrischen Energie durch Umwandlung in andere Energieformen wird thematisiert. Abschließend sollen Fragen zum zeitgemäßen Umgang mit den energetischen Ressourcen im Sinne einer nachhaltigen Energienutzung angeschnitten werden.</p>				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse <p>Die Studierenden kennen die physikalisch basierten energetischen Grundbegriffe und haben einen Überblick über die Energieressourcen unseres Planeten Erde.</p> <p>Sie verstehen die grundsätzlichen Energiewandlungsprozesse zur technischen Nutzung der Energie in Form von Wärme sowie mechanischer und elektrischer Arbeit.</p> <p>Sie haben Grundlagenkenntnisse zur elektrischen Energietechnik in der Wirkungskette vom elektrischen Energieerzeuger zum Verbraucher erworben und sind in der Lage, sich zu aktuelle Fragen der Energienutzung und ihrer zukünftigen Entwicklung eine eigene Meinung zu bilden.</p> <p>Sie sind in der Lage, grundlegende Berechnungen zu Energieinhalten, zur Energiewandlung, zu Wirkungsgraden und Effizienzen, zur Speicherung und zu Wandlungs- und Transportverlusten durchzuführen. Sie sind darauf vorbereitet, sich in weiterführenden Vorlesungen zu energietechnischen Komponenten und Systemen, zur Energiewirtschaft und zu künftigen Formen der Energieversorgung vertiefendes Wissen anzueignen.</p>				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme <p>Grundlagenkenntnisse aus Physik (Mechanik, Wärmelehre, Elektrotechnik, Aufbau der Materie) und Chemie (Bindungsenergie) sind erwünscht und erleichtern das Verständnis der energetischen Prozesse.</p>				
4	Prüfungsform				

	Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Dauer: 120 Min., Standard BWS) 								
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Modulabschlussprüfung								
6	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Gewichtung: 100 %) 								
7	Verwendbarkeit des Moduls BSc ETiT, BSc WI-ETiT, BSc MEC, BSc iST, BSc CE, MSc ESE								
8	Notenverbesserung nach §25 (2) Es wird zu Beginn des Semesters angekündigt, ob es vorlesungsbegleitende Hausaufgaben gibt, die eine Notenverbesserung ermöglichen.								
9	Literatur Vorlesungsunterlagen (Foliensätze, Umdrucke) Übungsunterlagen (Beispielangaben, Musterlösungen) Ergänzende und vertiefende Literatur: <ul style="list-style-type: none"> • Grothe/Feldhusen: Dubbel-Taschenbuch für den Maschinenbau, Springer, Berlin, 2007, 22. Aufl.; besonders: Kapitel „Energietechnik und Wirtschaft“ • Sterner/Stadler: Energiespeicher - Bedarf, Technologien, Integration, Springer-Vieweg, Berlin, 2011 • Rummich: Energiespeicher, expert-verlag, Renningen, 2015, 2. Aufl. • Strauß: Kraftwerkstechnik zur Nutzung fossiler, nuklearer und regenerativer Energiequellen, Springer, Berlin, 2006, 5. Aufl. • Hau: Windkraftanlagen -Grundlagen, Technik, Einsatz, Wirtschaftlichkeit, Springer-Vieweg, Berlin, 2014, 5. Aufl. • Heuck/Dettmann/Schulz: Elektrische Energieversorgung, Springer-Vieweg, Berlin, 2014, 9. Aufl. • Quaschnig: Regenerative Energiesystem, Hanser, München, 2001, 7. Aufl. 								
Enthaltene Kurse									
	<table border="1"> <tr> <td>Kurs-Nr. 18-bi-1010-vl</td> <td>Kursname Energietechnik</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">Dozent/in Prof. Dr. techn. Dr.h.c. Andreas Binder</td> <td>Lehrform Vorlesung</td> <td>SWS 3</td> </tr> </table>	Kurs-Nr. 18-bi-1010-vl	Kursname Energietechnik			Dozent/in Prof. Dr. techn. Dr.h.c. Andreas Binder		Lehrform Vorlesung	SWS 3
Kurs-Nr. 18-bi-1010-vl	Kursname Energietechnik								
Dozent/in Prof. Dr. techn. Dr.h.c. Andreas Binder		Lehrform Vorlesung	SWS 3						
	<table border="1"> <tr> <td>Kurs-Nr. 18-bi-1010-ue</td> <td>Kursname Energietechnik</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">Dozent/in Prof. Dr. techn. Dr.h.c. Andreas Binder</td> <td>Lehrform Übung</td> <td>SWS 1</td> </tr> </table>	Kurs-Nr. 18-bi-1010-ue	Kursname Energietechnik			Dozent/in Prof. Dr. techn. Dr.h.c. Andreas Binder		Lehrform Übung	SWS 1
Kurs-Nr. 18-bi-1010-ue	Kursname Energietechnik								
Dozent/in Prof. Dr. techn. Dr.h.c. Andreas Binder		Lehrform Übung	SWS 1						

Modulname Policy-Analyse im Kontext von Energy Science und Engineering					
Modul Nr. 02-23-3001	Leistungspunkte 5 CP	Arbeitsaufwand 150 h	Selbststudium 120 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes Semester
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Apl. Prof. Dr. phil. Björn Egner		
1	Lerninhalt <ul style="list-style-type: none"> • exemplarische Anwendung von Analysekonzepten zur Staatstätigkeit (Policy-Analyse) im Bereich der Umwelt-, Energie- und Klimapolitik • Analyse zur Staatstätigkeit (Policy-Analyse) in Mehrebenensystemen im Bereich der Umwelt-, Energie- und Klimapolitik • wissenschaftliche Konzepte zur Binnenstruktur und Funktionsweise von Staat und Verwaltung in Mehrebenensystemen im Bereich der Umwelt-, Energie- und Klimapolitik • Formen politischer Entscheidungen und ihre administrativen Umsetzung in Mehrebenensystemen im Bereich der Umwelt-, Energie- und Klimapolitik 				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Studierende <ul style="list-style-type: none"> • können die Analysekonzepte zur Staatstätigkeit auf die Umwelt-, Energie- und Klimapolitik anwenden, • kennen wissenschaftliche Konzepte zur Binnenstruktur und Funktionsweise von Verwaltung sowie von Formen politischer Entscheidungen und ihrer administrativen Umsetzung in der Umwelt-, Energie- und Klimapolitik, • können Steuerungsformen auf dem Politikfeld der Umwelt-, Energie- und Klimapolitik vergleichend diskutieren. 				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme keine				
4	Prüfungsform Bausteinbegleitende Prüfung: <ul style="list-style-type: none"> • [02-23-3001-ku] (Studienleistung, Hausarbeit, Standard BWS) 				
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der definierten Studienleistung.				
6	Benotung Bausteinbegleitende Prüfung: <ul style="list-style-type: none"> • [02-23-3001-ku] (Studienleistung, Hausarbeit, Gewichtung: 100 %) 				
7	Verwendbarkeit des Moduls MSc Energy Science and Engineering				
8	Notenverbesserung nach §25 (2)				
9	Literatur wird vom Dozierenden bekanntgegeben				
Enthaltene Kurse					
	Kurs-Nr. 02-23-3001-ku	Kursname Policy-Analyse im Kontext von Energy Science und Engineering			
	Dozent/in Apl. Prof. Dr. phil. Björn Egner			Lehrform Kurs	SWS 2

Modulname Projektseminar Energieinformationssysteme					
Modul Nr. 18-st-2040	Leistungspunkte 6 CP	Arbeitsaufwand 180 h	Selbststudium 135 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes Semester
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr. rer. nat. Florian Steinke		
1	Lerninhalt Studierende stellen im Rahmen der Lehrveranstaltung selbständige und selbstorganisierte Problemlösungskompetenz unter Beweis. Einarbeiten in ein forschungsorientiertes Thema aus dem Gebiet der Energieautomatisierung unter Anleitung (ggfs. im Team) einschließlich einer schriftlichen Ausarbeitung und/oder eines Vortrags zu dem Thema. Erarbeiten einer Lösung zu einem gestellten Projektthema.				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Studierende haben nach erfolgreichem Abschluss des Moduls gelernt, Lösungsalternativen zu einem gestellten Problem systematisch zu erarbeiten, kritisch zu hinterfragen und zielführende Entscheidungen umzusetzen.				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Studienleistung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Standard BWS) Bericht und/oder Präsentation. Die Art der Prüfung wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.				
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Modulabschlussprüfung				
6	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Studienleistung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100 %) 				
7	Verwendbarkeit des Moduls MSc ETiT				
8	Notenverbesserung nach §25 (2)				
9	Literatur				
Enthaltene Kurse					
	Kurs-Nr. 18-st-2040-pj	Kursname Projektoberseminar Energieinformationssysteme			
	Dozent/in Prof. Dr. rer. nat. Florian Steinke			Lehrform Projektseminar	SWS 3

Modulname Umweltinformationssysteme					
Modul Nr. 13-F0-M012	Leistungspunkte 6 CP	Arbeitsaufwand 180 h	Selbststudium 120 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr.-Ing. Uwe Rüppel		
1	Lerninhalt GIS: Kommunale Anwendungen; Grundwasserbewirtschaftung und Grundwassermonitoring; Umweltdaten: Erfassung, Speicherung, Auswertung und Management; BigData: Standards, Visualisierung und Analyse; Grundlagen und Methoden der Energie-Ingenieurinformatik; Exemplarische Anwendung der Methoden und Modelle an Beispielen aus dem Umweltingenieurwesen.				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Die Studierenden besitzen die Fähigkeit, fachspezifische Ingenieuraufgaben aus dem Bereich Umwelt modellorientiert zu implementieren und visualisieren und nach wissenschaftlichen Grundsätzen selbstständig zu bearbeiten sowie die Kompetenz große grafische und numerische Datenmengen automatisiert zu verarbeiten und systemerkennend zu analysieren.				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme Empfohlen: Grundkenntnisse in der Ingenieurinformatik.				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Studienleistung, Hausübungen, Arbeitsblätter) • Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Dauer: 90 Min., Standard BWS) Studienleistung: 3 testierte Hausübungen; Details werden zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.				
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Modulabschlussprüfung(en)				
6	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Studienleistung, Hausübungen, Arbeitsblätter, Gewichtung: 0) • Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Gewichtung: 1) 				
7	Verwendbarkeit des Moduls				
8	Notenverbesserung nach §25 (2)				
9	Literatur Bill: Grundlagen der Geoinformationssystem, Wichmann; Warcup: Von der Landkarte zum GIS: Eine Einführung in Geografische Informationssysteme, Points; Fürst: GIS in Hydrologie und Wasserwirtschaft, Wichmann; Fischer-Stabel: Umweltinformationssysteme -Grundlegende Konzepte und Anwendungen, Wichmann. Weitere Angaben siehe Vorlesung und Übung.				
Enthaltene Kurse					
	Kurs-Nr. 13-F0-0018-vl	Kursname Umweltinformationssysteme			
	Dozent/in Prof. Dr.-Ing. Uwe Rüppel			Lehrform Vorlesung	SWS 2

Kurs-Nr. 13-F0-0019-ue	Kursname Umweltinformationssysteme - Übung		
Dozent/in Prof. Dr.-Ing. Uwe Rüppel		Lehrform Übung	SWS 2

Modulname Fluidenergiemaschinen					
Modul Nr. 16-10-5120	Leistungspunkte 4 CP	Arbeitsaufwand 120 h	Selbststudium 90 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Sommersemester
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Dr.-Ing. Christian Schänzle		
1	Lerninhalt Fluidkraft- und Fluidarbeitssysteme; Energiewandlungsprinzipien; Einordnung nach Schnellläufigkeit; Definition von System- und Modulwirkungsgraden; Isentroper Wirkungsgrad; Cordier-Diagramm; Maschinen mit kleiner und großer Schaufelanzahl; Eulersche Turbinengleichung; Auslegung mittels aerodynamischer Entwurfsmethodik; Wirbelflussmaschine; Skalierung				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Nachdem die Studierenden die Lerneinheit erfolgreich abgeschlossen haben, sollten sie in der Lage sein: <ol style="list-style-type: none"> 1. Funktion und Aufgabe einer Maschine zu ermitteln. 2. Einen Maschinentyp mithilfe strömungsmechanischer Kennzahlen auszuwählen. 3. Die Arbeitsumsetzung innerhalb einer Maschine zu berechnen. 4. Den Wirkungsgrad eines Systems oder Moduls zu bestimmen. 5. Strömungsmaschinen entsprechend gegebener Anforderungen auszulegen. 				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme Technische Strömungslehre, Grundlagen der Turbomaschinen und Fluidsysteme empfohlen				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Standard BWS) Klausur 90 min oder mündliche Prüfung 30 min				
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Prüfungsleistung				
6	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100 %) 				
7	Verwendbarkeit des Moduls WPB Master MPE II (Kernlehrveranstaltungen aus dem Maschinenbau) WPB Master PST III (Wahlfächer aus Natur- und Ingenieurwissenschaft)				
8	Notenverbesserung nach §25 (2)				
9	Literatur Lernmaterial auf www.fst.tu-darmstadt.de . Empfohlene Bücher: Fister: Fluidenergiemaschinen, Band 1, Springer Verlag Fister: Fluidenergiemaschinen, Band 2, Springer Verlag				
Enthaltene Kurse					
	Kurs-Nr. 16-10-5120-vl	Kursname Fluidenergiemaschinen			
	Dozent/in Dr.-Ing. Christian Schänzle			Lehrform Vorlesung	SWS 2

Modulname Introduction to Turbulence					
Modul Nr. 16-64-5130	Leistungspunkte 6 CP	Arbeitsaufwand 180 h	Selbststudium 120 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes 2. Semester
Sprache Englisch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr.-Ing. Martin Oberlack		
1	Lerninhalt Ursachen der Turbulenz (Einführung in die lineare Stabilitätstheorie); Einführung in die Turbulenz und ihre statistische Beschreibung; Reynoldsche Zerlegung, Filterung und gemittelte Grundgleichung; Korrelationsgleichung (Ein- und Mehrpunkt); Isotrope Turbulenz und die von Karman-Howarth Gleichung; turbulenter Decay; Turbulente Längenskalen; Kolmogorovsche Theorie; Energiespektrum; weitere Theorien isotroper Turbulenz (Intermittenz); turbulente wandgebundene Grenzschichten; Skalengesetze in der Turbulenz; reibungsfreie Strömungen; turbulente Strömungen mit Ablösungen.				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Nachdem die Studierenden die Lerneinheit erfolgreich abgeschlossen haben, sollten sie in der Lage sein: 1. Die Gesetzmässigkeiten zur statistischen Beschreibung von Turbulenz, basierend auf den NavierStokes Gleichungen, zu kennen. 2. Zentrale Definitionen für turbulente Parameter wie Längen- und Zeitmaße auszudrücken. 3. Die Herleitung der Kolmogorovsche Theorie und die turbulente Energiespektren sowie Erweiterungen für höhere Korrelationen zu erklären. 4. Die Herleitung der Zwei- und Mehr-Punkt Korrelationsgleichungen zu erklären. 5. Eine Vielzahl klassischer Strömungsformen z.B. wandnahe oder freie turbulente Strömungen zu unterscheiden und diese unter Angabe der jeweiligen Skalengesetze zu skizzieren. 6. Bei den Modellierungskonzepten der verschiedenen RANS Konzepte die unterschiedlichen Modellklassen zu kennen, sie anhand ihrer Vor- und Nachteile zu unterscheiden sowie die zentralen Modellierungskonzepte zu skizzieren und zu erläutern. 7. Die wesentlichen Ideen der Large-Eddy Simulation anhand von Gleichungen zu erläutern und die Vorteile aufzeigen sowie eine Abgrenzung zu den RANS Modellen vornehmen zu können. 8. Die Möglichkeiten und Grenzen bei allen Berechnungsmethoden gegeneinander abgrenzen zu können.				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme Empfohlen: 1) Technische Strömungslehre oder Grundkenntnisse der Strömungslehre 2) Gewöhnliche und partielle Differentialgleichungen				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche Prüfung, Dauer: 30 Min., Standard BWS) Mündliche Prüfung 30 min				
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Prüfungsleistung				
6	Benotung Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche Prüfung, Gewichtung: 100 %)				
7	Verwendbarkeit des Moduls WPB Master MB II (Kernlehrveranstaltung aus dem Maschinenbau) Master AE II Kernlehrveranstaltung WPB Master PST III (Fächer aus Natur- und Ingenieurwissenschaft für Papiertechnik)				
8	Notenverbesserung nach §25 (2)				

9	Literatur			
	Pope: Turbulent Flows, Cambridge University press 2000; Davidson: Turbulence: an introduction for scientist and engineers; Teennekes and Lumley: A first Course in turbulence; Tsinober: An informal introduction to turbulence; Rotta: Turbulente Strömungen, Teubner Verlag 1972; Vorlesungsskript			
Enthaltene Kurse				
	Kurs-Nr. 16-64-5130-vl	Kursname Introduction to Turbulence		
	Dozent/in Prof. Dr.-Ing. Martin Oberlack		Lehrform Vorlesung	SWS 3
	Kurs-Nr. 16-64-5130-ue	Kursname Introduction to Turbulence		
	Dozent/in Prof. Dr.-Ing. Martin Oberlack		Lehrform Übung	SWS 1

Modulname Numerische Strömungssimulation					
Modul Nr. 16-19-5020	Leistungspunkte 6 CP	Arbeitsaufwand 180 h	Selbststudium 120 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Wintersemester
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr. rer. nat. Michael Schäfer		
1	Lerninhalt Grundlagen der kontinuumsmechanischen Strömungsmodellierung; numerische Gitter; Gittergenerierung; Finite-Volumen-Verfahren für komplexe Geometrien; Finite-Volumen-Verfahren für inkompressible Strömungen; Upwind-Verfahren; Flux-Blending; Druck-Korrektur-Verfahren; Berechnung turbulenter Strömungen; statistische Turbulenzmodellierung; k-eps-Modell; Lösung großer dünnbesetzter Gleichungssysteme; ILU-Verfahren; CG-Verfahren; Vorkonditionierung; Mehrgitterverfahren; paralleles Rechnen.				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Nachdem die Studierenden die Lerneinheit erfolgreich abgeschlossen haben, sollten sie in der Lage sein: <ol style="list-style-type: none"> 1. Die Grundlagen der kontinuumsmechanischen Strömungsmodellierung zu erläutern. 2. Die Eigenschaften numerischer Gitter zu erklären und Methoden zu deren Generierung anzuwenden. 3. Finite-Volumen-Verfahren für komplexe Geometrien anzuwenden. 4. Finite-Volumen-Verfahren auf die Gleichungen für inkompressible Strömungen anzuwenden. 5. Upwind-Verfahren, Flux-Blending-Verfahren und Druck-Korrektur-Verfahren zu beschreiben und deren Funktionalität zu erläutern. 6. Die Methoden zur Berechnung turbulenter Strömungen zu beschreiben und die Grundlagen der statistischen Turbulenzmodellierung zu erklären. 7. Die wichtigsten Verfahren zur Lösung großer dünnbesetzter linearer und nichtlinearer Gleichungssysteme zu erklären und deren Effizienz einzuschätzen. 8. Die Prinzipien von Mehrgitterverfahren und die Grundlagen des parallelen Rechnens zu beschreiben. 				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme Numerische Mathematik und Numerische Berechnungsverfahren empfohlen				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche Prüfung, Dauer: 30 Min., Standard BWS) Mündliche Prüfung 30 min				
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Prüfungsleistung				
6	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche Prüfung, Gewichtung: 100 %) 				
7	Verwendbarkeit des Moduls WPB Master MPE II (Kernlehrveranstaltungen aus dem Maschinenbau) WPB Master PST III (Fächer aus Natur- und Ingenieurwissenschaft für Papiertechnik) Master Mechatronik				
8	Notenverbesserung nach §25 (2)				
9	Literatur Schäfer, Numerik im Maschinenbau, Springer, 1999; Übungen im WWW; Schäfer, Numerical Methods in Engineering, Springer, 2006				
Enthaltene Kurse					

Kurs-Nr. 16-19-5020-vl	Kursname Numerische Strömungssimulation		
Dozent/in Prof. Dr. rer. nat. Michael Schäfer		Lehrform Vorlesung	SWS 3
Kurs-Nr. 16-19-5020-ue	Kursname Numerische Strömungssimulation		
Dozent/in Prof. Dr. rer. nat. Michael Schäfer		Lehrform Übung	SWS 1

Modulname Transportphänomene					
Modul Nr. 16-98-3054	Leistungspunkte 6 CP	Arbeitsaufwand 180 h	Selbststudium 120 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr. rer. nat. Steffen Hardt		
1	Lerninhalt Die Vorlesung hat zum Ziel, eine vereinheitlichte Beschreibung von kontinuumsmechanischen Transportphänomenen zu vermitteln, speziell von Impuls-, Wärme- und Stofftransport. Dabei werden im Schwerpunkt Fluide betrachtet. Die entsprechenden Bilanzgleichungen hergeleitet und deren Anwendungsgrenzen diskutiert. Durch Entdimensionierung der Gleichungen wird die Bedeutung unterschiedlicher physikalischer Effekte auf unterschiedlichen Skalen hervorgehoben. Eine Verbindung der Transportphänomene mit Prozessen auf molekularer Ebene wird hergestellt. Im Fokus der Vorlesung stehen insbesondere der Wärmetransport in Grenzschichten, reagierende Strömungen, Mehrphasenströmungen (Suspensionen, Dispersionen), nicht-Newton'sche Fluide und Transportprozesse bei kleinen Reynolds-Zahlen.				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Nachdem die Studierenden die Lerneinheit erfolgreich abgeschlossen haben, sollten sie in der Lage sein: <ol style="list-style-type: none"> 1. Unterschiedliche Transportphänomene (Impuls, innere Energie, Stoff, Entropie) zu analysieren und die adäquaten Bilanzgleichungen anzuwenden. 2. Transportkoeffizienten auf molekulare Erscheinungen zurückzuführen. 3. Für Transportprozesse unterschiedliche Skalen zu wählen und zu beurteilen. 4. Grenzen der Anwendbarkeit der unterschiedlichen Ansätze zu erkennen. 5. Die Besonderheit der Transportprozesse in Grenzschichten zu erklären, zu analysieren und zu bewerten. 6. Das Wechselspiel zwischen Transportprozessen und chemischen Reaktionen (Reaktionskinetik) zu erklären. 7. Bilanzgleichungen für Mehrphasenströmungen aufzustellen und zu interpretieren. 8. Unterschiedliche rheologische Modelle phänomenologisch zu beschreiben und das Phänomen der Relaxationsdynamik zu erklären. 9. Besonderheiten von Strömungen bei kleinen Reynoldszahlen zu erkennen. 				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme Keine				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Standard BWS) Klausur 120 min				
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Prüfungsleistung				
6	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Gewichtung: 100 %) 				
7	Verwendbarkeit des Moduls Master MPE WPB I Master PST Pflicht				
8	Notenverbesserung nach §25 (2)				
9	Literatur				

R. B. Bird, W. E. Stewart, E. N. Lightfoot, Transport Phenomena (rev. 2nd Ed.), John Wiley & Sons, New York, 2007

Enthaltene Kurse

Kurs-Nr. 16-98-4054-vl	Kursname Transport Phenomena		
Dozent/in Prof. Dr. rer. nat. Steffen Hardt		Lehrform Vorlesung	SWS 3
Kurs-Nr. 16-98-4054-ue	Kursname Transport Phenomena		
Dozent/in Prof. Dr. rer. nat. Steffen Hardt		Lehrform Übung	SWS 1

Modulname Normen-, Prüf- und Zulassungswesen in der Elektrotechnik					
Modul Nr. 18-gt-4010	Leistungspunkte 3 CP	Arbeitsaufwand 90 h	Selbststudium 60 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Sommersemester
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr.-Ing. Gerd Griepentrog		
1	Lerninhalt <p>In der EU sind die grundlegenden Anforderungen an elektrotechnische Erzeugnisse, wie Sicherheit und elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) einschließlich Funktionstüchtigkeit in EG-Richtlinien und durch ihre nationalen Umsetzungen in Gesetzen und Rechtsverordnungen festgelegt. Die Erfüllung dieser Anforderungen ist vom Inverkehrbringer (in der Regel dem Hersteller oder seinem in der EU ansässigen Bevollmächtigten oder fallweise auch vom Betreiber oder dem Importeur) nachzuweisen. Da die grundlegenden Anforderungen in den EU-Richtlinien teilweise sehr allgemein gehalten sind, werden sie in harmonisierten Normen detailliert. Letztendlich werden diese normativen Dokumente zum Nachweis der grundlegenden Anforderungen vom Inverkehrbringer genutzt, durch:</p> <ul style="list-style-type: none"> • eigene Prüfungen oder • Einschaltung eines unabhängigen neutralen Prüflaboratoriums. <p>Im Rahmen der Vorlesung werden diese Gesichtspunkte wie folgt behandelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Produktsicherheitsgesetz (ProdSG) • Energiewirtschaftsgesetz (EnWG) • Gesetz über elektromagnetische Verträglichkeit von Geräten (EMVG) • Gesetz über Funkanlagen und Telekommunikationsendeinrichtungen (FTEG) • Explosionsschutz-Verordnung • VDE Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e.V. und DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE • Normung: <ul style="list-style-type: none"> – National durch DIN und DKE – europäisch durch CENELEC(= Europäisches Komitee für elektrotechnische Normung) – weltweit durch IEC (= International Electrotechnical Commission). • Anwendungen anhand von Fallbeispielen: <ul style="list-style-type: none"> – Fallbeispiel 1: Funktionale Sicherheit – Fallbeispiel 2: Schutz gegen elektrischen Schlag – Fallbeispiel 3: Informationssicherheit 				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse <p>Nach Abschluss des Moduls sind Studierende in der Lage, Zusammenhänge zwischen gesetzlichen und normativen Anforderungen bei der Entwicklung und Konstruktion von elektrotechnischen Produkten zu erkennen und umzusetzen.</p>				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche Prüfung, Dauer: 30 Min., Standard BWS) 				
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Modulabschlussprüfung				
6	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche Prüfung, Gewichtung: 100 %) 				

7	Verwendbarkeit des Moduls BSc/MSc ETiT, MEC, iST		
8	Notenverbesserung nach §25 (2)		
9	Literatur <ul style="list-style-type: none"> • Barz, N., Moritz, D.: EG - Niederspannungsrichtlinie Berlin/Offenbach: vde-verlag, 2008, 230 S. (VDE-Schriftenreihe Band 69) • Link für EG-Richtlinien: eur-lex.europa.eu/de/index.htm • Moritz, D.: Das Geräte- und Produktsicherheitsgesetz (GPSG) Berlin/Offenbach: vde-verlag, 2004, 138 S. (VDE-Schriftenreihe Band 116) 		
Enthaltene Kurse			
	Kurs-Nr. 18-gt-4010-vl	Kursname Normen-, Prüf- und Zulassungswesen in der Elektrotechnik	
	Dozent/in Dr.-Ing. Stefan Heusinger, Prof. Dr.-Ing. Gerd Griepentrog	Lehrform Vorlesung	SWS 2

Modulname Echtzeitanwendungen und Kommunikation mit Microcontrollern und programmierbaren Logikbausteinen					
Modul Nr. 18-gt-2040	Leistungspunkte 4 CP	Arbeitsaufwand 120 h	Selbststudium 75 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes Semester
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr.-Ing. Gerd Griepentrog		
1	Lerninhalt Mikrocontroller und FPGAs werden heute vielfältig zur Realisierung von Steuerungs- und Regelungsaufgaben eingesetzt. Im Falle des Einsatzes in der Antriebstechnik und Leistungselektronik wird mit Hilfe dieser Bausteine häufig die Ansteuerung von Wechselrichtern oder DC/DC Wandlern realisiert. In diesem Kontext sind zum einen praktisch immer Echtzeitanforderungen zu erfüllen und zum anderen viele verschiedene Kommunikationsschnittstellen zu bedienen. Das Modul vermittelt das Hintergrundwissen und die Kompetenzen, um in diesem Bereich erfolgreich Steuerungs- und Regelungsaufgaben zu realisieren. Im Einzelnen werden folgende Inhalte vermittelt: <ul style="list-style-type: none"> • Architektur von Mikrocontrollern • Aufbau und Funktion von FPGAs, Werkzeuge und Sprachen zur Programmierung • Typische Peripheriekomponenten in Mikrocontrollern • Capture & Compare, PWM, A/D-Wandler • I2C, SPI, CAN, Ethernet • Programmierung von Mikrocontrollern in C • Peripheriekomponenten • Interruptbehandlung • Echtzeiteigenschaften der Software, Interrupts, Interruptlatenz • Regelung von induktiven Verbrauchern • Schaltungsgrundlagen, Power-MOSFETS, IGBTs Numerische Verfahren für die Berechnung 				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Studierende können nach Abschluss des Moduls <ul style="list-style-type: none"> • eine digitale Regelungsaufgabe in HW- und SW-Anteile separieren. • HW-Anteile in einer HW-Beschreibungssprache spezifizieren und mit Hilfe eines Mikrocontrollers die SW-Anteile implementieren. • die Echtzeitfähigkeit ihres Programms bewerten und können obere Grenzen für Reaktionszeiten des Systems ermitteln. • die entwickelte Lösung mit Hilfe einer Entwicklungsumgebung auf das Zielsystem übertragen und dort debuggen. 				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme Kenntnisse in C-Programmierung (Syntax, Operatoren, Zeigerarithmetik)				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Dauer: 120 Min., Standard BWS) 				
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Modulabschlussprüfung				
6	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Gewichtung: 100 %) 				
7	Verwendbarkeit des Moduls MSc MEC, MSc ETiT				

8	Notenverbesserung nach §25 (2)		
9	Literatur Skript, Übungsanleitung und ppt-Folien, alles sowohl als Hard-Copy oder als Download; User Manuals der verwendeten Bausteine und Entwicklungsumgebung		
Enthaltene Kurse			
	Kurs-Nr. 18-gt-2040-vl	Kursname Echtzeitanwendungen und Kommunikation mit Microcontrollern und programmierbaren Logikbausteinen	
	Dozent/in Prof. Dr.-Ing. Gerd Griepentrog	Lehrform Vorlesung	SWS 1
	Kurs-Nr. 18-gt-2040-pr	Kursname Echtzeitanwendungen und Kommunikation mit Microcontrollern und programmierbaren Logikbausteinen	
	Dozent/in Prof. Dr.-Ing. Gerd Griepentrog	Lehrform Praktikum	SWS 2

2.7.1 Mini-Forschungsprojekt

Modulname Mini-Forschungsprojekt "Querschnittsthemen der Energiewissenschaft und -technik"					
Modul Nr. 18-en-2026	Leistungspunkte 5 CP	Arbeitsaufwand 150 h	Selbststudium 120 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes Semester
Sprache Deutsch/Englisch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr.-Ing. Gerd Griepentrog		
1	<p>Lerninhalt</p> <p>Das Mini-Forschungsprojekt wird in einem Fachgebiet oder Institut eines am Studienbereich Energy Science and Engineering beteiligten Fachbereichs durchgeführt.</p> <p>Der Inhalt der zu bearbeitenden Fragestellung ist in Absprache mit dem jeweiligen Lehrenden festzulegen und orientiert sich an aktuellen, energierelevanten wissenschaftlichen Fragestellungen. Idealerweise erfordert die Aufgabenstellung eine interdisziplinäre Herangehensweise.</p> <p>Der/die Studierende wird zu einer weitestgehend eigenständigen Bearbeitung der Themenstellung angeleitet.</p>				
2	<p>Qualifikationsziele / Lernergebnisse</p> <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • sind kompetent in der selbständigen Einarbeitung in das Thema der Aufgabenstellung sowie in der Dokumentation und Präsentation ihrer Arbeit • sind befähigt, die im Studium erworbenen Kenntnisse und Fähigkeiten mit Fragestellungen der aktuellen Forschung zu verbinden • können forschungsnahe Experimente oder Projektarbeiten eigenständig strukturieren, planen und durchführen • wählen zur Bearbeitung einer Aufgabenstellung adäquate Hilfsmittel und Methoden aus und setzen diese ein bzw. wenden diese an • können die erhaltenen Ergebnisse unter Berücksichtigung des aktuellen Forschungsstands einschätzen und angemessen interpretieren • sind in der Lage, die konkreten Fragestellungen, Lösungsvorschläge, unternommene Arbeitsschritte und die erhaltenen Ergebnisse in einer Präsentation sowie einem schriftlichen Bericht in wissenschaftlichem Stil vorzustellen und in der entsprechenden Fachsprache zu diskutieren • sollen nach dem absolvieren des Moduls in der Lage sein, auch umfangreichere Forschungs- und Entwicklungsprojekte selbständig durchzuführen 				
3	<p>Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme</p> <p>B.Sc. in einer Natur-oder Ingenieurwissenschaft</p>				
4	<p>Prüfungsform</p> <p>Modulabschlussprüfung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Studienleistung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Standard BWS) <p>Bericht und/oder Präsentation. Die Art der Prüfung wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.</p>				
5	<p>Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten</p> <p>Bestehen der Modulabschlussprüfung</p>				
6	<p>Benotung</p> <p>Modulabschlussprüfung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Studienleistung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100 %) 				
7	<p>Verwendbarkeit des Moduls</p> <p>M.Sc. Energy Science and Engineering</p>				

8	Notenverbesserung nach §25 (2)			
9	Literatur Wird bei der Aufgabenstellung bekanntgegeben bzw. ist durch eigene Recherche zu ermitteln			
Enthaltene Kurse				
	Kurs-Nr. 18-en-2026-pj	Kursname Mini-Forschungsprojekt "Querschnittsthemen der Energiewissenschaft und -technik"		
	Dozent/in Prof. Dr.-Ing. Gerd Griepentrog	Lehrform Projektseminar	SWS 2	

2.7.2 Energienetze

Modulname Statistische Physik von Netzwerken					
Modul Nr. 05-27-2930	Leistungspunkte 5 CP	Arbeitsaufwand 150 h	Selbststudium 120 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr. rer. nat. Barbara Drossel		
1	Lerninhalt - Strukturelle Kenngrößen von Netzwerken - Kleine-Welt-Netzwerke - Skalenfreie Netzwerke - Dynamik auf Booleschen Zufallsnetzen - Wachstum von Netzwerken				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Die Studierenden • bekommen einen Überblick über die Physik von Netzwerken; dabei wird auf die Struktur, die Dynamik und die Evolution von Netzwerken eingegangen, sie kennen Präsentationstechniken und wissen um Grundlagen der wissenschaftlichen Diskussion, • besitzen Fertigkeiten, sich in ein abgegrenztes Themengebiet unter Rücksprache mit einem Betreuer selbständig einzuarbeiten, die physikalischen Sachverhalte zu durchdringen und sie für ein studentisches Publikum anschaulich darzustellen und • sind kompetent in der eigenständigen Bearbeitung, Präsentation und Diskussion auf wissenschaftlichem Niveau und erhalten die Fähigkeit zur kritischen Reflexion und Diskussion von Forschungsergebnissen.				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Präsentation, Dauer: 30 Min., Standard BWS) Details zur Präsentation (30 min) geben die Dozierenden zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt.				
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Benotete Studienleistung				
6	Benotung Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Präsentation, Gewichtung: 100 %)				
7	Verwendbarkeit des Moduls MSc. Physics, 1. oder 2. Semester Theorie-Seminar				
8	Notenverbesserung nach §25 (2)				
9	Literatur wird von Dozent(in) zu den konkreten Themen angegeben				
Enthaltene Kurse					
	Kurs-Nr. 05-27-1010-se	Kursname Statistische Physik von Netzwerken			
	Dozent/in Prof. Dr. rer. nat. Barbara Drossel			Lehrform Seminar	SWS 2

Modulname Überspannungsschutz und Isolationskoordination in Energieversorgungsnetzen					
Modul Nr. 18-hi-2030	Leistungspunkte 4 CP	Arbeitsaufwand 120 h	Selbststudium 75 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Wintersemester
Sprache Englisch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr.-Ing. Volker Hinrichsen		
1	Lerninhalt <ul style="list-style-type: none"> • Einleitung, Grundlagen und Überblick • Ermittlung der repräsentativen Überspannungen <ul style="list-style-type: none"> – Herkunft und Klassifizierung von Überspannungen – Normalverteilung der Auftrittswahrscheinlichkeiten und daraus ableitbare Größen – Betriebsspannungen und temporäre Überspannungen – Langsam ansteigende Überspannungen – Schnell ansteigende Überspannungen – Eigenschaften von Überspannungsschutzgeräten – Wirkungsweise und Auslegung von Metalloxid-Ableitern – Wanderwellenvorgänge und Schutzbereich von Ableitern – Repräsentative Spannungs- und Überspannungen beim Einsatz von Ableitern • Ermittlung der Koordinationsstehspannung <ul style="list-style-type: none"> – Isolationsfestigkeiten für unterschiedliche Spannungsformen und geometrische Anordnungen (gap factors) – Nachweiskriterium – Vorgehensweise in der Isolationskoordination • Ermittlung der erforderlichen Stehspannung <ul style="list-style-type: none"> – Allgemeines – Atmosphärische Korrektur – Sicherheitsfaktoren für innere und äußere Isolation • Bemessungs-Stehspannungen und Prüfverfahren <ul style="list-style-type: none"> – Allgemeines – Prüfumrechnungsfaktoren – Bestimmung und Nachweis der Durchschlagfestigkeit durch geeignete Prüfverfahren – Tabellen für Prüfspannungswerte und erforderliche Schlagweiten 				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Die Studierenden haben die wichtigsten Verfahren der Isolationskoordination auf der Grundlage der einschlägigen IEC-Vorschriften (und wichtige Unterschiede zur Vorgehensweise entsprechend den IEEE-Vorschriften) verstanden und sind damit in der Lage, die Betriebsmittel elektrischer Energieversorgungsnetze bezüglich ihrer Festigkeit gegen mögliche auftretende Überspannungen auszulegen. Dazu haben sie die Ursachen der verschiedenen Überspannungsarten kennengelernt sowie die jeweilige elektrische Festigkeit der Betriebsmittel gegenüber diesen Überspannungen. Die Wirkungsweise und Auslegung von Überspannungsableitern als wichtiges Hilfsmittel der Isolationskoordination in Energieversorgungsnetzen sind verstanden worden. Das theoretische Wissen über die Vorgehensweise bei der Isolationskoordination ist durch praktische Fallbeispiele untermauert und vertieft worden. Damit sind die Studierenden grundsätzlich in der Lage, eine Isolationskoordination in beliebigen Anwendungsfällen selbständig durchzuführen.				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme Hochspannungstechnik I und II				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Dauer: 120 Min., Standard BWS) 				

5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Modulabschlussprüfung		
6	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Gewichtung: 100 %) 		
7	Verwendbarkeit des Moduls MSc ETiT, MSc EPE, MSc Wi-ETiT		
8	Notenverbesserung nach §25 (2)		
9	Literatur Die IEC-Vorschriften können während der Vorlesungszeit ausgeliehen werden. Die Vorlesungsfolien sowie weiteres unterstützendes Lehrmaterial können von der HST-Homepage heruntergeladen werden: www.hst.tu-darmstadt.de .		
Enthaltene Kurse			
	Kurs-Nr. 18-hi-2030-vl	Kursname Überspannungsschutz und Isolationskoordination in Energieversorgungsnetzen	
	Dozent/in Prof. Dr.-Ing. Volker Hinrichsen	Lehrform Vorlesung	SWS 2
	Kurs-Nr. 18-hi-2030-ue	Kursname Überspannungsschutz und Isolationskoordination in Energieversorgungsnetzen	
	Dozent/in Prof. Dr.-Ing. Volker Hinrichsen	Lehrform Übung	SWS 1

2.7.3 Physikalische und chemische Grundlagen

Modulname Chemische Kinetik (M.PC8)					
Modul Nr. 07-04-0009	Leistungspunkte 4 CP	Arbeitsaufwand 120 h	Selbststudium 75 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes 3. Semester
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr. rer. nat. Christian Hess		
1	Lerninhalt Formale Reaktionskinetik, Zeitgesetze einfacher und zusammengesetzter Reaktionen, Experimentelle Methoden der Reaktionskinetik, Reaktionsgeschwindigkeit in Gleichgewichtsnähe und Relaxation, Übergang von der makroskopischen zur mikroskopischen Kinetik, Potentialflächen, Reaktionen in Molekularstrahlen und Laserspektroskopie, Stoßtheorie bimolekularer Gasphasenreaktionen, Theorie und Spektroskopie des Übergangszustandes, Temperaturabhängigkeit von Geschwindigkeitskonstanten, uni-molekulare Reaktionsdynamik, Reaktionen in kondensierten Phasen, heterogene Reaktionen, photochemische Kinetik, Kettenreaktionen, nicht-lineare Dynamik und oszillierende chemische Reaktionen				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Studierende haben einen Überblick über die wichtigsten kinetischen Methoden zum Studium von einfachen und zusammengesetzten Reaktionen und verfügen über vertiefte Kenntnisse vor allem in der mikroskopischen Interpretation von kinetischen Daten.				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Standard BWS) Fachprüfung, Klausur (120 Minuten) oder mündliche Prüfung (30 Minuten), wird in Abhängigkeit der Teilnehmendenanzahl zu Vorlesungsbeginn bekanntgegeben				
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestandene Fachprüfung				
6	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100 %) 				
7	Verwendbarkeit des Moduls Hauptfach-, Vertiefungsbereich des M. Sc. Chemie und Wahlbereich aller Studiengänge				
8	Notenverbesserung nach §25 (2)				
9	Literatur vgl. Verweise im Internetangebot des Instituts				
Enthaltene Kurse					
	Kurs-Nr. 07-04-0009-vl	Kursname Chemische Kinetik (M.PC8)			
	Dozent/in Prof. Dr. rer. nat. Christian Hess			Lehrform Vorlesung	SWS 2

Kurs-Nr. 07-04-0009-ue	Kursname Übung Chemische Kinetik (M.PC8)		
Dozent/in Prof. Dr. rer. nat. Christian Hess	Lehrform Übung	SWS 1	

Modulname Chemische Produktionsverfahren (M.TC7)					
Modul Nr. 07-06-0008	Leistungspunkte 3 CP	Arbeitsaufwand 90 h	Selbststudium 60 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes 3. Semester
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr. rer. nat. Marcus Rose		
1	Lerninhalt Struktur der chemischen Industrie; Historie; Produktstammbäume; wichtige petrochemische Verfahren zur Herstellung von Grundchemikalien, Zwischenprodukten, Fein- und Spezialchemikalien sowie Wirkstoffen; Verfahrensentwicklung, -bewertung und -auswahl; wichtige chemische und katalytische Reaktionsklassen mit technischen Beispielen; Alternativen zur Petrochemie: C1-Chemie und Nachwachsende Rohstoffe; Konzept der Bioraffinerie mit realisierten Verfahren und der Stand der aktuellen Forschung.				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Studierende haben einen Überblick über die Struktur der chemischen Industrie im Laufe der Geschichte und im Kontext der aktuellen Energie- und Rohstoffwende. Sie kennen sich mit stofflichen Aspekten der Technischen Chemie und den Grundlagen der Entwicklung neuer Prozesse aus. Studierende können chemische Produktionsverfahren unter übergeordneten Gesichtspunkten wie Rohstoffversorgung, Verwertung von Nebenprodukten, Anlagensicherheit und Wirtschaftlichkeit des Gesamtprozesses bewerten. Sie haben Kenntnis von wichtigen Prozessen aus den verschiedenen Produktionszweigen der chemischen Industrie, inklusive neuerer Entwicklungen wie nachwachsenden Rohstoffen und C1-Chemie. Die Studierenden sind in der Lage, in den alten (Kohle, Erdöl) und neuen (Erdgas, Nachwachsende Rohstoffe) Produktionsstammbäumen zu denken und diese weiterzuentwickeln.				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Standard BWS) Fachprüfung, Klausur (120 Minuten) oder mündliche Prüfung (20 Minuten), wird in Abhängigkeit der Teilnehmendenanzahl zu Vorlesungsbeginn bekanntgegeben				
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestandene Fachprüfung				
6	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100 %) 				
7	Verwendbarkeit des Moduls Vertiefungsbereich Hauptfach Technische Chemie, Wahlpflichtbereiche				
8	Notenverbesserung nach §25 (2)				
9	Literatur vgl. Verweise im Internetangebot des Instituts				
Enthaltene Kurse					
	Kurs-Nr. 07-06-0008-v1	Kursname Chemische Produktionsverfahren (M.TC7)			
	Dozent/in Prof. Dr. rer. nat. Marcus Rose			Lehrform Vorlesung	SWS 2

Modulname Elektrochemie (M.PC5/M.AC9)					
Modul Nr. 07-04-0006	Leistungspunkte 4 CP	Arbeitsaufwand 120 h	Selbststudium 75 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes 3. Semester
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr. rer. nat. Ulrike Kramm		
1	Lerninhalt Elektrolyte (Solvatation von Ionen, elektrolytische Leitfähigkeit, Zusammenhang von Migration und Diffusion, Hittorfsche Überföhrungszahlen, Interionische Wechselwirkungen und Debye-Hückel-Theorie), elektrochemische Zellen (Elektromotorische Kraft, Nernst-Gleichung, Diffusionspotential, Spannungsreihe), Elektrodenkinetik (Modelle der elektrochemischen Doppelschicht, Elektrokapillarität, elektrochemische Reaktionen, Butler-Volmer-Gleichung, Elektronentransfer, Marcus-Theorie, Passivität von Metallen, Mischpotentiale), Anwendungen (Metallabscheidung, Brennstoffzellen, Nervenleitung)				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Studierende haben einen Überblick über Eigenschaften ionischer Lösungen und chemischer Reaktionen an Elektroden. Sie beherrschen die im Rahmen der klassischen Thermodynamik formulierten Grundlagen der Elektrochemie und können moderne mikroskopische Vorstellungen über Elektrodenprozesse wiedergeben.				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Standard BWS) Fachprüfung, Klausur (120 Minuten) oder mündliche Prüfung (30 Minuten), wird in Abhängigkeit der Teilnehmendenanzahl zu Vorlesungsbeginn bekanntgegeben				
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestandene Fachprüfung				
6	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100 %) 				
7	Verwendbarkeit des Moduls Hauptfach-, Vertiefungsbereich des M. Sc. Chemie und Wahlbereich aller Studiengänge				
8	Notenverbesserung nach §25 (2)				
9	Literatur vgl. Verweise im Internetangebot des Instituts				
Enthaltene Kurse					
	Kurs-Nr. 07-04-0006-vl	Kursname Elektrochemie (M.PC5)			
	Dozent/in Prof. Dr. rer. nat. Ulrike Kramm			Lehrform Vorlesung	SWS 2
	Kurs-Nr. 07-04-0006-ue	Kursname Übung Elektrochemie (M.PC5)			
	Dozent/in Prof. Dr. rer. nat. Ulrike Kramm			Lehrform Übung	SWS 1

Modulname Elektromagnetische Verträglichkeit					
Modul Nr. 18-hs-2160	Leistungspunkte 4 CP	Arbeitsaufwand 120 h	Selbststudium 75 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Wintersemester
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr.-Ing. Jutta Hanson		
1	Lerninhalt Grundbegriffe der Elektromagnetischen Verträglichkeit, Störquellen, Koppelmechanismen und Gegenmaßnahmen, Entstörkomponenten, Elektromagnetische Schirme, EMV-Mess- und Prüftechnik, Exkursion zur VDE-Prüfstelle Offenbach				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Die Studierenden wissen, dass von jedem elektromagnetischen System eine Beeinflussung ausgeht und dass jedes elektromagnetische (und auch biologische) System davon beeinflusst werden kann; sie können unterscheiden zwischen typischen Stör-Quellen und -Senken; sie kennen die typischen Kopplungspfade und können diese identifizieren und mathematisch beschreiben; sie kennen die grundsätzlichen Maßnahmen zur Vermeidung von Störungen auf Seite der Quellen und können aus diesem grundsätzlichen Verständnis heraus eigene Maßnahmen ableiten; sie kennen die grundsätzlichen Abhilfemaßnahmen zur Vermeidung von Beeinflussungen auf Seite der Senken und können ebenfalls weitere Maßnahmen daraus ableiten; sie sind in der Lage, Kopplungspfade zu erkennen und gezielt zu beeinflussen bzw. sie völlig zu unterbrechen; sie kennen die Situation der EMV-Normung und wissen im Grundsatz, welche Anforderungen zu erfüllen sind bzw. wie dabei vorzugehen ist (auch z.B. um einem Gerät ein CE-Kennzeichen zu geben); sie haben die wichtigsten EMV- Prüf- und Messverfahren theoretisch und auf der Exkursion auch praktisch kennen gelernt.				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Dauer: 120 Min., Standard BWS) Die Prüfung erfolgt durch eine Klausur (Dauer: 120 min). Falls absehbar, dass sich weniger als 20 Studierende anmelden, erfolgt die Prüfung mündlich (Dauer 20 min). Die Art der Prüfung wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.				
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Modulabschlussprüfung				
6	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100 %) 				
7	Verwendbarkeit des Moduls MSc ETiT, MSc MEC, MSc Wi-ETiT, MSc ESE, MSc CE				
8	Notenverbesserung nach §25 (2)				
9	Literatur <ul style="list-style-type: none"> • Sämtliche VL-Folien (ca. 500 Stück) downloadbar • Adolf J. Schwab: Elektromagnetische Verträglichkeit, Springer-Verlag • Clayton R. Paul: Introduction to Electromagnetic Compatibility, Wiley & Sons 				
Enthaltene Kurse					

	Kurs-Nr. 18-hs-2160-vl	Kursname Elektromagnetische Verträglichkeit		
	Dozent/in Prof. Dr.-Ing. Jutta Hanson		Lehrform Vorlesung	SWS 2
	Kurs-Nr. 18-hs-2160-ue	Kursname Elektromagnetische Verträglichkeit		
	Dozent/in Prof. Dr.-Ing. Jutta Hanson		Lehrform Übung	SWS 1

Modulname Homogene Katalyse (M.AC4)					
Modul Nr. 07-03-0023	Leistungspunkte 3 CP	Arbeitsaufwand 90 h	Selbststudium 60 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr. rer. nat. Hans Plenio		
1	Lerninhalt Liganden und Metalle für Katalysatorkomplexe, Elementarschritte der Katalyse, katalysierte Umwandlungen: Hydrogenierung, Isomerisierung, Carbonylierung, Hydroformylierung, Alkene: Oligomerisierung und Polymerisation, HX-Additionen (Hydrosilylierung, Hydrocyanierung, Hydroaminierung), Carbonylierung, Kreuzkupplungsreaktionen, Epoxidierung, Oxidationsreaktionen, Alken- und Alkin-Metathese, CH-Aktivierung, C-C-Aktivierung, Mechanismen und Kinetik der Katalyse, homogene Katalyse in großtechnischen Verfahren und für die Feinchemikalienherstellung, neue Entwicklungen				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Die Studierenden haben einen umfassenden Überblick über das Gebiet der homogenen Katalyse. Sie können dieses Basiswissen in den Kontext der industriellen Produktion von Chemikalien einbetten und verfügen über vertiefte Kenntnisse über aktuelle Probleme und Entwicklungen der Katalysforschung.				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Dauer: 60 Min., Standard BWS) Fachprüfung, Klausur 60 Minuten				
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestandene Fachprüfung				
6	Benotung Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Gewichtung: 100 %)				
7	Verwendbarkeit des Moduls Hauptfach-, Vertiefungsbereich des M. Sc. Chemie und Wahlbereich aller Studiengänge				
8	Notenverbesserung nach §25 (2)				
9	Literatur vgl. Verweise im Internetangebot des Instituts				
Enthaltene Kurse					
	Kurs-Nr. 07-03-0005-v1	Kursname Homogene Katalyse (M.AC4)			
	Dozent/in Prof. Dr. rer. nat. Hans Plenio			Lehrform Vorlesung	SWS 2

Modulname Mesoskopische Chemie (M.AC5)					
Modul Nr. 07-03-0024	Leistungspunkte 3 CP	Arbeitsaufwand 90 h	Selbststudium 60 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes 3. Semester
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr. rer. nat. Jörg Schneider		
1	Lerninhalt Begriffsbestimmung, Einordnung. Größenabhängige Stoff- und Materialeigenschaften, Experimentelle Techniken wie z. B. Gasphasensynthese, Solvothermalsynthese; Sol-Gel Chemie (wässrig, nicht-wässrig); Chemie mit Hochtemperaturspezies, arrestierte Bildungsprozesse von Mesomaterialien. Diverse Materialklassen: Oxide, Halbleiter, Metallpartikel, Nanoröhren, Nanostäbe; Nanodrähte; Nanoporöse Materialien. Anorganisch/Organische Hybridmaterialien. Methoden zur Anordnung und Strukturierung von Materie, Selbstorganisation und Templatmethoden; Synthesen mit nanoskaligen Partikeln, Photonische Kristalle, Biomimetische Prinzipien der Materialsynthese. Methoden der mikroskopischen und spektroskopischen Charakterisierung mesoskopischer Materialien.				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Die Studierenden haben einen Überblick über Materialien und Methoden der mesoskopischen Chemie. Sie greifen die Bedeutung größenabhängiger Eigenschaften von Materialien in chemischen Synthesen und Prozessen und können diese anhand ausgewählter aktueller Beispiele erklären. Die Studierenden kennen diese Methoden und wissen, wie mesoskopische Materialien charakterisiert werden.				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Dauer: 60 Min., Standard BWS) Fachprüfung, Klausur 60 Minuten				
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestandene Fachprüfung				
6	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Gewichtung: 100 %) 				
7	Verwendbarkeit des Moduls Hauptfach-, Vertiefungsbereich des M. Sc. Chemie und Wahlbereich aller Studiengänge				
8	Notenverbesserung nach §25 (2)				
9	Literatur vgl. Verweise im Internetangebot des Instituts				
Enthaltene Kurse					
	Kurs-Nr. 07-03-0006-v1	Kursname Mesoskopische Chemie (M.AC5)			
	Dozent/in Prof. Dr. rer. nat. Jörg Schneider			Lehrform Vorlesung	SWS 2

Modulname Physikalische Festkörperchemie - Kondensierte Materie A (M.PC9)					
Modul Nr. 07-04-0010	Leistungspunkte 4 CP	Arbeitsaufwand 120 h	Selbststudium 75 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes 3. Semester
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr. rer. nat. Florian Müller-Plathe		
1	Lerninhalt Klassifikation von Festkörpern, Struktur und Strukturbestimmung des Festkörpers (Translations- und Punktsymmetrie, Beugungsmethoden), Gitterdynamik des Festkörpers (Gitterschwingungen, Dispersionsrelationen, Zustandsgleichung), Elektronenstruktur des Festkörpers (Bandstruktur der Metalle, Halbleiter und Isolatoren, Donor- und Akzeptorniveaus), spektroskopische, magnetische und optische/dielektrische Eigenschaften, Defekte (Punktdefekte, Versetzungen, Struktur von Ober- und Grenzflächen, Nanokristalle, Thermodynamik), Transport im Festkörper (Diffusion, Leitfähigkeit), Festkörperreaktionen und Festkörperkinetik (Kröger-Vink-Notation, fest-fest, fest-gasförmig), Anwendungen (Sensoren, Brennstoffzelle, Displays, Wasserstoffspeicher)				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Die Studierenden haben erlernt, welche Parameter des Festkörpers (Struktur, Elektronenstruktur, Schwingungsstruktur, Zusammensetzung, Defektstruktur, Morphologie) mit welchen Materialeigenschaften zusammenhängen. Sie können beurteilen, welche Möglichkeiten man zur Verfügung hat, um die Materialeigenschaften aufzuklären und gegebenenfalls zu verändern und welche Probleme dabei auftreten.				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Standard BWS) Fachprüfung, Klausur (120 Minuten) oder mündliche Prüfung (30 Minuten), wird in Abhängigkeit der Teilnehmendenanzahl zu Vorlesungsbeginn bekanntgegeben				
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestandene Fachprüfung				
6	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100 %) 				
7	Verwendbarkeit des Moduls Hauptfach-, Vertiefungsbereich des M. Sc. Chemie und Wahlbereich aller Studiengänge				
8	Notenverbesserung nach §25 (2)				
9	Literatur vgl. Verweise im Internetangebot des Instituts				
Enthaltene Kurse					
	Kurs-Nr. 07-04-0010-vl	Kursname Physikalische Chemie des Festkörpers (Kondensierte Materie A) (M.PC9)			
	Dozent/in Prof. Dr. rer. nat. Florian Müller-Plathe			Lehrform Vorlesung	SWS 2
	Kurs-Nr. 07-04-0010-ue	Kursname Übung Physikalische Chemie des Festkörpers - Kondensierte Materie A (M.PC9)			
	Dozent/in Prof. Dr. rer. nat. Florian Müller-Plathe			Lehrform Übung	SWS 1

Modulname Physikalische Chemie der weichen Materie - Kondensierte Materie B (M.PC10/M.TH8/M.MC4)					
Modul Nr. 07-04-0011	Leistungspunkte 4 CP	Arbeitsaufwand 120 h	Selbststudium 75 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes 3. Semester
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr. Nico van der Vegt		
1	Lerninhalt Polymere: Klassen und Eigenschaften von Polymeren, technische Verwendung, Polymere in Lösung, Eigenschaften von Polymerschmelzen, statistische Mechanik von Polymeren, Polymer-Gele und -Netzwerke. Kolloide: Stabilisierung von Kolloiden sowie deren Lösungseigenschaften, Phasenübergänge, Dynamik. Flüssigkristalle: Charakteristika, Phasenübergänge Tenside: Eigenschaften von Tensiden, Phasenübergänge, Morphologie. Weiche Grenzflächen: Adsorption an Grenzflächen, Benetzung von Grenzflächen. Methodik: Streumethoden, Rheologie, Computersimulation.				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Studierende verfügen über einen Überblick über die wichtigsten Vertreter der weichen kondensierten Materie, ihre Eigenschaften und ihre Einsatzmöglichkeiten. Sie können an Hand von Beispielen die Beziehung zwischen mikroskopischer oder molekularer Struktur der Bausteine und dem beobachteten makroskopischen Verhalten der Materialien erläutern. Sie sollen den Umgang mit quantitativen Methoden zur Beschreibung von weichen Materialien beherrschen, vor allem solchen aus dem Bereich der statistischen Mechanik. Sie sind orientiert über die wichtigsten experimentellen und computersimulations-basierten Strategien zur Charakterisierung weicher Materialien.				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Standard BWS) Fachprüfung, Klausur (120 Minuten) oder mündliche Prüfung (30 Minuten), wird in Abhängigkeit der Teilnehmendenanzahl zu Vorlesungsbeginn bekanntgegeben				
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestandene Fachprüfung				
6	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100 %) 				
7	Verwendbarkeit des Moduls Hauptfach-, Vertiefungsbereich des M. Sc. Chemie und Wahlbereich aller Studiengänge				
8	Notenverbesserung nach §25 (2)				
9	Literatur vgl. Verweise im Internetangebot des Instituts				
Enthaltene Kurse					
	Kurs-Nr. 07-04-0011-v1	Kursname Physikalische Chemie der weichen Materie - Kondensierte Materie B (M.PC10/M.TH8/M.MC4)			
	Dozent/in Prof. Dr. Nico van der Vegt			Lehrform Vorlesung	SWS 2

Kurs-Nr. 07-04-0011-ue	Kursname Übung Physikalische Chemie der weichen Materie - Kondensierte Materie B (M.PC10/M.TH8/M.MC4)		
Dozent/in Prof. Dr. Nico van der Vegt		Lehrform Übung	SWS 1

Modulname Non-conventional synthesis methods in materials chemistry					
Modul Nr. 07-03-0046	Leistungspunkte 3 CP	Arbeitsaufwand 90 h	Selbststudium 90 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch/Englisch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr. rer. nat. Ulrike Kramm		
1	Lerninhalt - Synthesemethoden in der anorganischen und Materialchemie - Charakteristika nicht-konventioneller Synthesemethoden - Einfluss der Syntheseparameter auf Struktur und Mikrostruktur/Morphologie der Produkte - Ausgewählte Charakterisierungstechniken, wie z.B. Röntgenbeugung und Elektronenmikroskopie - Reproduzierbarkeit und Veröffentlichung von experimentellen Daten				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Die Studierenden sind in der Lage -verschiedene Synthesemethoden, die in der anorganischen und Materialchemie relevant sind, aufzulisten und zu beschreiben -nicht-konventionelle Synthesetechniken zu erkennen und ihre Eigenschaften zu beschreiben -die gebräuchlichsten Charakterisierungstechniken in der anorganischen Chemie und Materialchemie erläutern und vergleichen -Analyse und Bewertung aktueller Literatur auf dem Gebiet der anorganischen und Materialchemie -einen Arbeitsplan für die Herstellung einer Zielverbindung zu entwerfen, einschließlich der Bewertung von Herausforderungen und der Umsetzung alternativer Wege Einführung von Feedback-Regeln zur Bewertung von Schülergesprächen				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme Grundkenntnisse der Anorganischen Chemie sind wünschenswert.				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, Präsentation, Dauer: 15 Min., Standard BWS) Studentische Vorträge einschließlich Peer-Review-Verfahren.				
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestandene Fachprüfung				
6	Benotung Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, Präsentation, Gewichtung: 100 %)				
7	Verwendbarkeit des Moduls Vertiefungsbereich des M. Sc. Chemie und Wahlbereich aller Studiengänge				
8	Notenverbesserung nach §25 (2)				
9	Literatur Wird in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.				
Enthaltene Kurse					
	Kurs-Nr. 07-03-0046-vl	Kursname Non-conventional synthesis methods in materials chemistry			
	Dozent/in Prof. Dr. rer. nat. Ulrike Kramm			Lehrform Vorlesung	SWS 0

Modulname Spektroskopie (M.PC4)					
Modul Nr. 07-04-0005	Leistungspunkte 4 CP	Arbeitsaufwand 120 h	Selbststudium 75 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes 3. Semester
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr. rer. nat. Christian Hess		
1	Lerninhalt Strahlungsinduzierte Übergänge (elektromagnetisches Spektrum, zeitabhängige Störungstheorie, spektrale Auswahlregeln, Linienform), apparative Grundlagen, Rotationsspektroskopie (2- und mehr-atomige Moleküle), Schwingungsspektroskopie (harmonischer/anharmonischer Oszillator, Isotopeneffekt), Ramanspektroskopie (Rotations/Vibrations-Feinstruktur, Kernspineffekte), elektronische Übergänge (Franck-Condon Analyse, metastabile Zustände, Einzelmolekülspektroskopie), Magnetische Resonanz (Grundlagen der NMR und EPR, Fourierspektroskopie, Spindynamik, Grundlagen mehrdimensionaler Verfahren)				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Studierende haben eine vertiefte Kenntnis der Prinzipien und Anwendungsmöglichkeiten moderner spektroskopischer Verfahren. Sie sind in der Lage, den Aufbau kommerzieller Spektrometer zu diskutieren und können Grenzen der analytischen Verfahren aufzeigen.				
3	Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Standard BWS) Fachprüfung, Klausur (120 Minuten) oder mündliche Prüfung (30 Minuten), wird in Abhängigkeit der Teilnehmendenzahl zu Vorlesungsbeginn bekanntgegeben				
5	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestandene Fachprüfung				
6	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100 %) 				
7	Verwendbarkeit des Moduls Hauptfach-, Vertiefungsbereich des M. Sc. Chemie und Wahlbereich aller Studiengänge				
8	Notenverbesserung nach §25 (2)				
9	Literatur vgl. Verweise im Internetangebot des Instituts				
Enthaltene Kurse					
	Kurs-Nr. 07-04-0005-vl	Kursname Chemische Spektroskopie (M.PC4)			
	Dozent/in Prof. Dr. rer. nat. Christian Hess			Lehrform Vorlesung	SWS 2
	Kurs-Nr. 07-04-0005-ue	Kursname Übung Chemische Spektroskopie (M.PC4)			
	Dozent/in Prof. Dr. rer. nat. Christian Hess			Lehrform Übung	SWS 1