



**Westfälische
Hochschule**

Modul-Handbuch

zum

Master-Studiengang Energiesystemtechnik

an der

**Westfälischen Hochschule
Gelsenkirchen**

**Fachbereich Maschinenbau,
Umwelt- und Gebäudetechnik**

**Fachbereich Elektrotechnik und angewandte
Naturwissenschaften**

in Zusammenarbeit mit:
Hochschule Bochum, Fachbereich Bauingenieurwesen
Ruhr Master School, Bochum – Dortmund - Gelsenkirchen

**Studiengang im Überblick
Module im Überblick
Module im Detail**

Stand: Sommer-Semester 2020



Einführung

Gesellschaftlicher Wohlstand und die kostengünstige Verfügbarkeit und Nutzbarkeit von Energie in all ihren Formen stehen in enger Korrelation zueinander. Wärme und elektrisch transportierte Energie sind in jedem Haushalt erforderlich. Industrie und Verkehr erfordern erhebliche Mengen an Energie bei hoher Leistung.

Der weltweite Trend nach mehr Wohlstand wird langfristig zu einer globalen Erhöhung des Energiebedarfs bei gleichzeitiger Einschränkung beziehungsweise Verteuerung des Energieangebots führen. So haben fossile Energieträger eine - langfristig gesehen - endliche Verfügbarkeit bei gleichzeitiger Notwendigkeit, die Anreicherung der Erdatmosphäre mit dem energetischen Abfallprodukt Kohlendioxid zu minimieren. Nukleare Energie scheidet bis zur Lösung des Problems einer nachhaltig und nachvollziehbar sicheren Lagerung nuklearer Abfallprodukte aus. Direkte und indirekte Formen der solaren Energie bieten eine grundsätzliche Alternative. Hier sind Probleme der zeit- und leistungsgerechten Verfügbarkeit zu lösen.

Das im Masterstudiengang Energiesystemtechnik vermittelte Wissen soll helfen, Lösungen für diese Probleme spartenübergreifend zu finden und umzusetzen. Hierbei soll die Angleichung maschinenbaulicher und elektrotechnischer Grundlagen ergänzt um die Vertiefung maschinenbaulichen und elektrotechnischen Wissens die Studierenden befähigen große und kleine Energiesysteme, von der Energiequelle bis hin zum Verbraucher spartenübergreifend energetisch zu optimieren.

Hintergrundinformation zum Studiengang

Der zweijährige Masterstudiengang *Energiesystemtechnik* wird gemeinschaftlich von den beiden Gelsenkirchener Fachbereichen *Elektrotechnik* und *Maschinenbau*, Umwelt- und Gebäudetechnik im Zusammenwirken mit der *Ruhr Master School (BO-DO-GE)* und der *Hochschule Bochum* durchgeführt. Er befähigt zu Tätigkeiten im höheren Dienst und zur Promotion.

Ausbildungsziel des Master-Studiengangs *Energiesystemtechnik* ist es wissenschaftlich, anwendungsorientiert und spartenübergreifend ausgebildete Ingenieurinnen/Ingenieure der Energietechnik mit der Fähigkeit, Innovationspotenziale in der Energiegewinnung, -umwandlung, -weiterleitung und -verwertung in ihrer systemischen Gesamtheit erkennen, nutzbringend entwickeln und umsetzen zu können.

Dies soll in einer Ergänzungs- und Ausgleichsphase mit Hilfe von Pflichtmodulen durch eine Verbreiterung der mathematischen Fähigkeiten und der technischen Kenntnisse auf maschinenbaulichen sowie auf elektrotechnischen Gebieten der Energietechnik erreicht werden.

In einer Aufbauphase werden die Grundlagen der Spartenintegrierenden durch die Vermittlung des Wissens in fachgebietsübergreifenden Modulen geschaffen.

Danach wird in einer Vertiefungsphase die individuelle Spezialisierung bei der Spartenintegration im Rahmen von Wahlpflichtmodulen aus einem breiten Angebot zu aktuellen und speziellen Themen der *Energiesystemtechnik* gefördert. Diese Themen befassen sich in den Schwerpunkten mit *elektrischen Leistungswandlern*, mit der *Informations- und Automatisierungstechnik energietechnischer Systeme*, mit *emissionsarmen Energieanlagen*, mit der *Gebäudeautomation*, mit *Turbomaschinen* und mit *Geothermieanlagen* sowie mit *thematisch passenden Modulen aus dem Ruhr Master*. Einige Wahlmodule werden in englischer Sprache angeboten. Das Studium wird abgeschlossen mit einer Master-Arbeit und einem Kolloquium.

Der Master-Studiengang hat einen Umfang von vier Semestern, in denen bei einem jährlichen Arbeitsaufwand von 45 Wochen bei einer wöchentlichen Arbeitsbelastung von 40 Stunden 60 Leistungspunkte (*ECTS, European Credit Transfer System*) erworben werden können. In den ersten beiden Semestern werden insgesamt neun Pflichtmodule, im dritten Semester zwei Wahlpflichtblöcke mit grundsätzlich drei bzw. einem Wahlpflichtmodul und mindestens einem Wahlmodul angeboten.

Die Arbeitsmarktorientierung sowie die technische Aktualität des Studiengangs wird durch die enge Einbindung des Gelsenkirchen-Bochumer *Instituts für Angewandte Energiesystemtechnik* sowie des *westfälischen Energieinstitutes* Gelsenkirchen-Recklinghausen-Bocholt in das Lehrangebot gewährleistet. Erkenntnisse aus der für industrielle Partner durchgeführten Forschung fließen in die Lehrveranstaltungen ein. Die Expertise der an dem Studiengang beteiligten und mit dem Arbeitsmarkt ständig in Kontakt stehenden Lehrenden umfasst nahezu den gesamten energietechnischen Horizont.

Insgesamt antwortet der Master-Studiengang *Energiesystemtechnik* auf die technischen und politischen Herausforderungen, die Energietechniker in Forschung und Wirtschaft zu bewältigen haben.

Inhalte und Ablauf

Inhalte und Ablauf des Studiengangs gehen aus diesem **Modul-Handbuch** hervor:

- Im Kapitel *Studiengang im Überblick* wird tabellarisch ein Überblick über die zu belegenden Module zusammen mit einer Empfehlung zur semesterweisen Belegungsreihenfolge gegeben. Jedes Modul ist mit seinem Kürzel, seiner Bezeichnung, den erwerbenden Leistungspunkten und der hiermit verbundenen Arbeitsbelastung ausgewiesen. Außerdem wird auf Besonderheiten einzelner Module hingewiesen.
- Im Kapitel *Ablauf des Studiengangs* wird der Weg durch den Studiengang für maschinenbaulich und für elektrotechnisch vorgebildete Studierende zusammenfassend dargestellt.
- Kapitel *Module im Überblick* fasst die wesentlichen Kenndaten der einzelnen Module, die im Kapitel *Module im Detail* beschrieben werden, zusammen.
- Die *Detailbeschreibungen* geben weitere Informationen zu den vermittelten Inhalten, zu Lernzielen, zu Berufs- und zu Schlüsselqualifikationen sowie über die Modulverantwortlichen bzw. über die im Modul Lehrenden.
- Die *Prüfungsordnung* schließlich informiert zu den formalen Abläufen im Studiengang. Insbesondere werden hier Zugangsvoraussetzungen, Prüfungsformen, Prüfungsablauf und Prüfungsbewertung beschrieben.

Der Studiengang im Überblick

Master Energiesystemtechnik - Modulübersicht

Semester ↓	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360	390	420	450	480	510	540	570	600	630	660	690	720	750	780	810	840	870	900	← Arbeitsaufwand in h						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	← Leistungspunkte						
1 WS	ESys-1.1 Rechnergest. Ingen.-Mathematik 1 6 LP, 180 h						ESys-1.2 Wärmeübertragung 6 LP, 180 h						ESys-1.3 Feldtheorie 6 LP, 180 h						ESys-1.4E Maschinenbauliche Grundlagen 12 LP, 360 h						<i>für Studierende mit elektrotechnisch orientierter Vorbildung</i>						ERGÄNZUNG / AUSGLEICH						
																			ESys-1.4M Elektrotechnische Grundlagen 12 LP, 360 h						<i>für Studierende mit maschinenbaulich orientierter Vorbildung</i>												
2 SS	ESys-2.1 Rechnergest. Ingen.-Mathematik 2 6 LP, 180 h						ESys-2.2 Energieverfahrens- technik 6 LP, 180 h						ESys-2.3 Systemdynamik u. Leittechnik 6 LP, 180 h						ESys-2.4 Solare Energiesysteme 6 LP, 180 h						ESys-2.5 Energiewirtschaft 6 LP, 180 h						<i>für alle Studierenden</i>						AUFBAU
3 WS	ESys-3.1.1 Sondergeb. d. el. Energietechnik 6 LP, 180 h						ESys-3.1.2 Explosionsschutz 6 LP, 180 h						ESys-3.1.3 Berechnung elektri- scher Maschinen 6 LP, 180 h						ESys-3.1.4 Elektrische Antriebe 6 LP, 180 h						ESys-3.X.X Freies Wahlmodul aus maschinenbauliche oder elektrotechnische Präferenz bzw. 3.2.1 Ruhr Master School oder 3.3.X Geothermie (HS Bochum)						Module elektrotechnische Präferenz						VERTIEFUNG / INTEGRATION
	ESys-3.1.5 Windkraftanlagen 6 LP, 180 h						ESys-3.1.6 Wasserstoff- Energiesysteme 6 LP, 180 h						ESys-3.1.7 Biomasse- Energiesysteme 6 LP, 180 h						ESys-3.1.8 Kraftwerkstechnik 6 LP, 180 h												Module maschinenbauliche Präferenz						
4 SS	ESys-4.1 Master-Arbeit 27 LP, 810 h																		ESys-4.2 Kolloquium 3 LP, 90 h						aktuelle Themen der Energiesystemtechnik						ABSCHLUSS						

Ablauf des Studiengangs

1. Semester 1st semester							Grundlagen und Ausgleich BASICS & EQUALIZATION
Studierende mit elektrotechnischer Vorbildung Students already qualified in electrical engineering			Ausgleichsmodule Equalization Modules	Studierende mit maschinenbaulicher Vorbildung Students already qualified in mechanical engineering			
Maschinenbauliche Grundlagen Basics of Mechanical Engineering				Elektrotechnische Grundlagen Basics of Electrical Engineering			
Thermodynamik Thermodynamics	Strömungstechnik Fluid Dynamics	Technische Mechanik technical mechanics		Elektrische Energietechnik Electrical Power Technology	Regelungstechnik Control engineering	Wechselstromtechnik AC Technologies	
Rechnergestützte Ingenieurmathematik 1 CA mathematics for engineers 1							
Wärmeübertragung Heat Transfer							
Feldtheorie Field Theory							
2. Semester 2nd semester							Aufbau BUILDUP
Rechnergestützte Ingenieurmathematik 2 CA mathematics for engineers 2							
Energieverfahrenstechnik Process Engineering of Energy Systems							
Systemdynamik und Leittechnik System Dynamics and Process Control							
Solare Energiesysteme Solar Energy Systems							
Energiewirtschaft Energy Economy							
3. Semester 3rd semester							Vertiefung SPECIALIZATION
Maschinenbauliche Präferenz		Kombinationsmodule			Elektrotechnische Präferenz		
[Westf. Hochschule Gelsenkirchen] Emissionsarme Energieanl. Low-Emission Power Plants		Ruhr Master School			[Westf. Hochschule Gelsenkirchen] Elektrische Leistungswandlung Electrical Power Conversion		
Windkraftanlagen Wind power plants		Geothermie [Hochschule Bochum] Geothermische Energiesysteme Geothermal Energy Systems			Sondergebiete der elektr. Energietechnik Pulsed power technology		
Wasserstoff-Energiesysteme Hydrogen energy systems					Explosionsschutz Explosion Protection		
Biomasse-Energiesysteme Biomass energy systems		Berechnung elektrischer Maschinen Electrical Machines		Elektrische Antriebe Electrical Drives			
Kraftwerkstechnik Innovative power plant eng.		Geothermal Geology and Exploration	Drilling II			Hydro- and Geochemistry	
4. Semester 4th semester							Wissen. Arbeit SCI-WORK
Master-Arbeit Master thesis							
Kolloquium Colloquium							

Module im Überblick

Jahr (Wochen)	Sem.	#	Kürzel	Bezeichnung	Leistungspunkte	Arbeitsaufwand im Semester [h]	davon Kontaktzeit [h]	davon selbst Studium [h]	Anmerkungen
1. (45 w)	1. WS	1	ESys-1.1	Rechnergestützte Ingenieurmathematik 1 ¹⁾	6	180	60	120	
		2	ESys-1.2	Wärmeübertragung	6	180	60	120	
		3	ESys-1.3	Feldtheorie	6	180	60	120	
		4E	ESys-1.4E	Maschinenbauliche Grundlagen ^{E)}	12	360	120	240	
		4M	ESys-1.4M	Elektrotechnische Grundlagen ^{M)}	12	360	120	240	
	2. SS	5	ESys-2.1	Rechnergestützte Ingenieurmathematik 2	6	180	60	120	
		6	ESys-2.2	Energieverfahrenstechnik	6	180	60	120	
		7	ESys-2.3	Systemdynamik und Leittechnik	6	180	60	120	
		8	ESys-2.4	Solare Energiesysteme	6	180	75	105	
		9	ESys-2.5	Energiewirtschaft	6	180	60	120	
(Ziel-) SUMME 1. Jahr ^{M)}					54	1800	615	1185	Vertiefung / Spartenintegration
(Ziel-) SUMME 1. Jahr ^{E)}					54	1800	615	1185	
2. (45 w)	3. WS	10	ESys-3.1.1	Sondergebiete der elektrischen Energietechnik	6	180	60	120	Module elektrotechnische Präferenz
		11	ESys-3.1.2	Explosionsschutz	6	180	60	120	
		12	ESys-3.1.3	Berechnung elektrischer Maschinen	6	180	60	120	
		13	ESys-3.1.4	Elektrische Antriebe	6	180	60	120	
		14	ESys-3.1.5	Windkraftanlagen	6	180	60	120	Module maschinenbauliche Präferenz
		15	ESys-3.1.6	Wasserstoff-Energiesysteme	6	180	60	120	
		16	ESys-3.1.7	Biomasse-Energiesysteme	6	180	60	120	
		17	ESys-3.1.8	Kraftwerkstechnik	6	180	60	120	
	18	ESys-3.2.1	Ruhr Master School (RMS)	6	180	60	120	anerkannte Module	
	3. WS	19	ESys-3.3.1	Geothermal Geology and Exploration (HS Bochum) ¹⁾	6	180	45	105	
		20	ESys-3.3.2	Drilling II (HS Bochum) ¹⁾	6	180	105	45	
		21	ESys-3.3.3	Hydro- and Geochemistry (HS Bochum) ¹⁾	6	180	60	90	
	4. SS	22	ESys-4.1	Master-Arbeit	27	810	0	810	aktuelle Themen der Energiesytemtechnik
23		ESys-4.2	Kolloquium	3	90	0	90		
(Ziel-) SUMME 2. Jahr					60	1800	300	1500	
(Ziel-) Gesamtstudium					120	3600			

^{E)} für Studierende mit überwiegend elektrotechnischer Vorbildung

¹⁾ Leistungspunkte nach erfolgreichem Ablegen aller Prüfungen von Teil 1 und 2

¹⁾ Sprache: Englisch

Module im Detail

Nachfolgende Modulbeschreibungen informieren detailliert über die Inhalte der einzelnen Module und die hiermit verbundenen Lernziele sowie deren Merkmale für die Berufsqualifikation und für die berufsübergreifenden Schlüsselqualifikationen.

In den Modulbeschreibungen werden Empfehlungen zu begleitender Literatur gegeben.

Die Modulinhalte werden überwiegend in deutscher Sprache gelehrt. Für einzelne Module des 2. Studienjahrs werden in englischer Sprache gehalten.

Modulbeschreibungen

1. ÜBERSICHTEN.....	9
MODULE DES 1. SEMESTERS (ERGÄNZUNG / AUSGLEICH).....	10
MODULE DES 2. SEMESTERS (AUFBAU)	19
MODULE DES 3. SEMESTERS (VERTIEFUNG).....	24
4.1 WAHLPFLICHTFÄCHER ELEKTROTECHNISCHE PRÄFERENZ (GELSENKIRCHEN)	24
4.2 WAHLPFLICHTFÄCHER MASCHINENBAULICHE PRÄFERENZ (GELSENKIRCHEN).....	28
4.3 WAHLMODULE RUHR MASTER SCHOOL (DORTMUND, BOCHUM, GELSENKIRCHEN)	32
4.4 WAHLMODULE HOCHSCHULE BOCHUM.....	33
MASTERARBEIT UND KOLLOQUIUM.....	36

1. Übersichten

#	Kürzel	Modul-Bezeichnung	Professor	Teilleistungen	SWS/LP
1	ESys-1.1	Rechnergestützte Ing.-Mathematik 1	Prof. Dr. Löffler	-	4/6
2	ESys-1.2	Wärmeübertragung	Prof. Dr. Klug	-	4/6
3	ESys-1.3	Feldtheorie	Prof. Dr. Kluge	-	4/6
4E	ESys-1.4E	Maschinenbauliche Grundlagen	Prof. Dr. Teermann	▪ Thermodynamik	6/6
			Prof. Dr. Wichtmann	▪ Strömungstechnik	4/4
			Prof. Dr. Wichtmann	▪ Technische Mechanik	2/2
4M	ESys-1.4M	Elektrotechnische Grundlagen	Prof. Dr. Kluge	▪ Wechselstromtechnik	4/4
			Prof. Dr. Brodmann	▪ Elektrische Energietechnik	4/4
			Prof. Dr. Oleff	▪ Regelungstechnik	4/4
5	ESys-2.1	Rechnergestützte Ing.-mathematik 2	Prof. Dr. Grothe	-	4/6
6	ESys-2.2	Energieverfahrenstechnik	Prof. Dr. Klug	-	4/6
7	ESys-2.3	Systemdynamik und Leittechnik	Prof. Dr. Brodmann	-	4/6
8	ESys-2.4	Solare Energiesysteme	Prof. Dr. Heß	-	5/6
9	ESys-2.5	Energiewirtschaft	Prof. Dr. Wichtmann	-	4/6
10	ESys-3.1.1	SG der elektr. Energietechnik	Prof. Dr. Löffler	-	4/6
11	ESys-3.1.2	Explosionsschutz	Prof. Dr. Groh	-	4/6
12	ESys-3.1.3	Berechnung elektrischer Maschinen	Prof. Dr. Brodmann	-	4/6
13	ESys-3.1.4	Elektrische Antriebe	Prof. Dr. Oberschelp	-	4/6
14	ESys-3.1.5	Windkraftanlagen	Prof. Dr. Wichtmann	-	4/6
15	ESys-3.1.6	Wasserstoff-Energiesysteme	Prof. Dr. Klug	-	4/6
16	ESys-3.1.7	Biomasse-Energiesysteme	Prof. Dr. Holzhauer /Schmidt	-	4/6
17	ESys-3.1.8	Kraftwerkstechnik	Prof. Dr. Wichtmann	-	4/6
18	ESys-3.2.1	Ruhr Master School	Prof. RMS	-	4/6
19	ESys-3.3.1	Geothermal Geology and Exploration	Prof. Dr. Bracke	-	/6
20	ESys-3.3.2	Drilling II	Prof. Dr. Bracke	-	/6
21	ESys-3.3.3	Hydro- and Geochemistry	Prof. Dr. Bracke	-	/6
22	ESys-4.1	Master Arbeit	Prof. ESys	Masterarbeit	-/27
23	ESys-4.2	Kolloquium	Prof. ESys	Kolloquium	-/3

Module des 1. Semesters (Ergänzung / Ausgleich)

Studiengang	ENERGIESYSTEMTECHNIK
Abkürzung	ESys-1.1
Modulname	RECHNERGESTÜTZTE INGENIEURMATHEMATIK 1
Semester/Art	1. Semester (Wintersemester) / Pflichtmodul für alle Studierende
Betreuer	Prof. Dr.-Ing. Markus J. Löffler
Lernziel	<p>Fachkompetenz: Die Studierenden wenden die erforderliche Algebra zur Konzeption, Simulation und Evaluation technischer Systeme an und ermitteln dabei die direkte oder regressive Lösung (großer) linearer oder nichtlinearer Gleichungssysteme. Sie nutzen eine computer-algebraischer Systems (hier: Mathematica).</p> <p>Personelle Kompetenz: Es werden Schlüsselqualifikationen wie Abstrahierungsfähigkeit und konzentriertes wissenschaftliches Arbeiten entwickelt.</p> <p>Bezug im Modulkanon: Essentielle Voraussetzung für den Umgang mit komplexeren algebraischen Aufgaben und mit Differentialgleichungen entsprechend der Beschreibung und Untersuchung von dynamischen Systemen beliebiger physikalisch-technischer Bereiche, insbesondere in den Modulen 1.3, 2.3, 3.1.3, sowie 3.1.6 und 3.3.X.</p>
Inhalt	<p>Fachliches Wissen und Prozeduren:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Einführung in die CAS-Anwendung: algebraische Manipulation, grafische Darstellung von 2-D- und 3-D-Funktionen, Schleifen und Bedingungen ▪ Rechnergestützte Lösung von Gleichungssystemen: lineare/ quasilineare, bestimmte, unterbestimmte, überbestimmte, nichtlineare; Nullstellenermittlung ▪ Lineare Interpolation ein- und mehrdimensionaler Datenreihen: mit Polynomen, trigonometrischen Reihen, beliebigen Reihen, Spline-Funktionen ▪ (Halb)analytische Lösung (in)homogener linearer Differentialgleichungssysteme: Eigenwerte, Eigenvektoren, Funktionalmatrix, Variation der Konstanten ▪ Numerische Lösung partieller Differentialgleichungen mit dem Differenzenverfahren ▪ Lineare Optimierung. Variationsrechnung. <p>Fachübergreifendes Wissen und Fähigkeiten: Die Studierenden wenden die mathematische Formulierung und Diskretisierung auch beliebiger Systeme für die Anwendung in der CAS -Software an.</p>
Hilfsmittel/Literatur	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Vorlesungsskript Prof. Löffler „Rechnergestützte Ingenieurmathematik 1“ ▪ C.H. Weiß: Mathematica. Eine Einführung. Würzburg 2008.
Lehrform/Umfang	Vorlesung (2 SWS), Übung (2 SWS)
Arbeitsaufwand	180 h
Prüfung	Klausur 2,5 h
Leistungspunkte	6 LP
Verwendbarkeit	Im Studiengang „Energiesystemtechnik“

Studiengang	ENERGIESYSTEMTECHNIK
Abkürzung	ESys-1.2
Modulname	WÄRMEÜBERTRAGUNG
Semester/Art	1. Semester (Wintersemester) / Pflichtmodul für alle Studierende
Betreuer	Prof. Dr.-Ing. Karl H. Klug
Lernziel	<p>Fachkompetenz: Die Studierenden verstehen die physikalischen Mechanismen bei Wärmeübertragungsproblemen und erzielen ein fundiertes Verständnis über die Zusammenhänge auch in praktischen Anwendungen. Sie können die verschiedenen Wärmeübertragungsmechanismen unterscheiden, Wärmeübertragungssysteme abstrahieren und mathematisch beschreiben. Damit können sie Prozesse und Systeme, bei denen Wärme übertragen wird unter typischen, idealisierten Annahmen berechnen, auslegen und bewerten sowie optimale Lösungen erkennen.</p> <p>Personelle Kompetenz: Soziale Kompetenzen sind durch extensive Gruppenarbeit während der Übungsveranstaltungen verbessert.</p> <p>Bezug im Modulkanon: Basis insbesondere für die weiterführenden Module 2.2, 2.4, 3.16-8 und 3.3.X. sowie in Interaktion mit grundlegenden Themengebieten der Thermodynamik (Feuchte Luft,..), Strömungsmechanik Turbulenz, Grenzschicht,..) und der rechnergestützten Ingenieurmathematik (DGL, Gleichungssysteme, ..)</p>
Inhalt	<p>Fachliches Wissen und Prozeduren:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Technische Relevanz der Wärmeübertragung und thermodynamische Grundlagen ▪ Wärmeleitung – Energiebilanz und allgemeine Differentialgleichung ▪ Allgemeine Differentialgleichung des Temperaturfeldes ▪ Stationäre und instationäre Wärmeleitung ▪ Systeme mit Wärmequellen ▪ Wärmeübergang bei freier und erzwungener Konvektion, ▪ Wärmeübergang bei der Verdampfung und Kondensation ▪ Wärmeübertragung durch Strahlung ▪ Gekoppelte Wärmeübertragungsmechanismen – Wärmedurchgang, Wärmeübertrager – Bauarten Schaltarten und Berechnung <p>Fachübergreifendes Wissen und Fähigkeiten: Die Studierenden diskutieren und analysieren Wärmeübertragungsprobleme aus praktischen Ingenieur-anwendungen und finden optimale Lösungen auch im Team.</p>
Hilfsmittel/Literatur	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Vorlesungsskript Prof. Klug „Technische Wärmeübertragung“ ▪ Baehr, H.D.; Stephan, K.: Wärme- und Stoffübertragung; Springer Verlag ▪ Böckh, Peter: Wärmeübertragung – Grundlagen und Praxis; Springer Verlag
Lehrform/Umfang	Vorlesung (3 SWS), Übung (1 SWS)
Arbeitsaufwand	180 h
Prüfung	Klausur 2,0 h
Leistungspunkte	6 LP
Verwendbarkeit	Im Studiengang „Energiesystemtechnik“

Studiengang	MASTER ENERGIESYSTEMTECHNIK
Abkürzung	ESys-1.3
Modulname	FELDTHEORIE
Semester/Art	1. Semester (Wintersemester)/ Pflichtmodul für alle Studierende
Betreuer	Prof. Dr.-Ing. Martin Kluge
Lernziel	<p>Fachkompetenz: Die Studierenden beherrschen generelle Feldprobleme und verstehen die Eigenschaften elektromagnetischer Felder im Kontext energiesystemtechnischer Systeme.</p> <p>Personelle Kompetenz: Die Studierenden beherrschen die ergebnisorientierte Analyse und Bewertung energetischer Felder und Feldsysteme mit deren Eigenschaften.</p> <p>Bezug im Modulkanon: Basis insbesondere für die weiterführenden Module Elektrische Antriebe, Sondergebiete der el. Energietechnik und Explosionsschutz</p>
Inhalt	<p>Fachliches Wissen und Prozeduren:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Mathematische Methoden zur Behandlung von Feldern ▪ akustische Felder und elektromagnetische Felder ▪ Diskussion der maxwellschen Gleichungen ▪ Elektrostatik, Magnetostatik ▪ langsam veränderliche und schnell veränderliche Felder <p>Fachübergreifendes Wissen und Fähigkeiten: Die Studierenden diskutieren und analysieren energetische Feldsysteme und deren Eigenschaften ergebnisorientiert im Team.</p>
Hilfsmittel/Literatur	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Vorlesungsskript Prof. Kluge „Feldtheorie“ ▪ Theoretische Elektrotechnik; Küpfmüller, Karl; Springer, Berlin, 2008 ▪ Ingenieurakustik; Henn, Hermann, Vieweg+Teubner, Wiesbaden, 2008
Lehrform/Umfang	Vorlesung (3 SWS), Übung (1 SWS)
Arbeitsaufwand	ca. 180 h
Prüfung	Klausur 2h
Leistungspunkte (LP)	6
Verwendbarkeit	Das Modul ist verwendbar für den Masterstudiengang Energiesystemtechnik.

Studiengang	ENERGIESYSTEMTECHNIK
Abkürzung	ESys-1.4M.1
Modulname	ELEKTROTECHNISCHE GRUNDLAGEN - TEILLEISTUNG WECHSELSTROMTECHNIK
Semester/Art	1. Semester (Wintersemester) / Pflichtmodul für Studierende mit maschinenbaulicher Vorbildung
Betreuer	Prof. Dr.-Ing. Martin Kluge
Lernziel	<p>Fachkompetenz: Die Studierenden beherrschen energiesystemrelevante Fertigkeiten zu Grundlagen und Methoden der Wechselstromtechnik.</p> <p>Personelle Kompetenz: Die Studierenden analysieren und bewerten Wechselstromsysteme und deren Eigenschaften im Team und in der persönlichen Bearbeitung. Sie bewerten Wechselstromsysteme hinsichtlich ihrer Effektivität und Energienutzung.</p> <p>Bezug im Modulkanon: Basis insbesondere für die weiterführenden Module 2.5, 3.1.1, 3.1.3, 3.1.4, und 3.1.5.</p>
Inhalt	<p>Fachliches Wissen und Prozeduren:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Wechselstromrechnung (quasistationäre Vorgänge) ▪ Impedanzen, Ortskurve, Wechselstromleistung, Wechselstromschaltungen, Schwingkreise. ▪ Symmetrische/unsymmetrische Drehstromsysteme ▪ Spannungs-/Stromgleichungen, Drehstromleistung, Blindleistungskompensation, symmetrische Komponenten, 1-Phasen-Ersatzschaltbild, Kurzschlussberechnung. <p>Fachübergreifendes Wissen und Fähigkeiten: Die Studierenden führen die Bearbeitung von Problemstellungen mit Hilfe von Tabellenwerken und Arbeitsblättern in Interaktion mit kommerziellen EDV-Lösungen durch. Sie präsentieren und visualisieren Arbeitsergebnisse.</p>
Hilfsmittel/Literatur	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Vorlesungsskript, Arbeitsblätter ▪ G. Bosse: Grundlagen der Elektrotechnik 3&4. ISBN 3-411-00184-4+3-411-00185-2. ▪ W. Weißgerber: Elektrotechnik für Ingenieure. Klausurrechnen 2003, ISBN 3-528-13953-6.
Lehrform/Umfang	Vorlesung (2 SWS), Übung (2 SWS)
Arbeitsaufwand	120 h
Prüfung	Klausur 2,0 h
Leistungspunkte	4 LP
Verwendbarkeit	Im Studiengang „Energiesystemtechnik“

Studiengang	ENERGIESYSTEMTECHNIK
Abkürzung	ESys-1.4M.2
Modulname	ELEKTROTECHNISCHE GRUNDLAGEN - TEILLEISTUNG ELEKTR. ENERGIETECHNIK
Semester/Art	1. Semester (Wintersemester) / Pflichtmodul für Studierende mit maschinenbaulicher Vorbildung
Betreuer	Prof. Dr.-Ing. Michael Brodmann
Lernziel	<p>Fachkompetenz: Die Studierenden beherrschen energiesystemrelevante Fertigkeiten zu Grundlagen und Methoden der Elektrischen Energietechnik. Dazu gehören u.a.: Lastfluss- und Kurzschlussberechnungen auf Basis validierter Ersatzschaltbilder, Netzwerkberechnungsverfahren, symmetrische Komponenten.</p> <p>Personelle Kompetenz: Die Studierenden analysieren, erschließen und bearbeiten die Inhalte und Aufgaben der elektrischen Energietechnik mit deren komplexen Eigenschaften und Anforderungen individuell und im Team.</p> <p>Bezug im Modulkanon: Basis insbesondere für die weiterführenden Module 2.3, 2.5, 3.1.1, 3.1.5 – 8</p>
Inhalt	<p>Fachliches Wissen und Prozeduren:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Komponenten der elektrischen Energietechnik <ul style="list-style-type: none"> ▪ Transformator, Drossel, Kondensator, ▪ Synchronmotor und -generator, ▪ Schaltanlage, Freileitung, Kabel, ▪ thermische/mechanische Belastung und Auslegung ▪ Schutztechnik ▪ Netzschutz, Komponentenschutz <p>Fachübergreifendes Wissen und Fähigkeiten: Die Studierenden führen die Bearbeitung von Problemstellungen mit Hilfe von Tabellenwerken und Arbeitsblättern in Interaktion mit kommerziellen EDV-Lösungen durch. Sie präsentieren und visualisieren Arbeitsergebnisse.</p>
Hilfsmittel/Literatur	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Vorlesungsskript, Arbeitsblätter, programmierbarer Rechner, Laptop. ▪ R. Flosdorff/G. Hilgarth: Elektrische Energieverteilung, B.G. Teubner Stuttgart, ISBN 3-519-06424-3
Lehrform/Umfang	Vorlesung (2 SWS), Übung (2 SWS)
Arbeitsaufwand	120 h
Prüfung	Klausur 2,0 h
Leistungspunkte	4 LP
Verwendbarkeit	Im Studiengang „Energiesystemtechnik“

Studiengang	ENERGIESYSTEMTECHNIK
Abkürzung	ESys-1.4M.3
Modulname	ELEKTROTECHNISCHE GRUNDLAGEN - TEILLEISTUNG REGELUNGSTECHNIK
Semester/Art	1. Semester (Wintersemester) / Pflichtmodul für Studierende mit maschinenbaulicher Vorbildung
Betreuer	Prof. Dr.-Ing. Axel Oleff
Lernziel	<p>Fachkompetenz: Die Studierenden beherrschen die Grundlagen und weiterführende Methoden der Systemdarstellung und Stabilität von Systemen im Zeitbereich und im Frequenzbereich. Sie kennen und verstehen die Analyse und Synthese auch von Mehrgrößensystemen und nichtlinearen Systemen im Zustandsraum. Sie legen zeitkontinuierliche und zeitdiskrete Regelkreise aus. Die Studierenden entwerfen Ein- und Mehrgrößensysteme mit Fuzzy-Reglern.</p> <p>Personelle Kompetenz: Die Studierenden erkennen und lösen regelungstechnische Problemstellungen unterschiedlichster praktischer Anwendungsfälle. Sie setzen die ergebnisorientierte Bewertung und Diskussion regelungstechnischer Systeme im Team und in der persönlichen Bearbeitung um.</p> <p>Bezug im Modulkanon: Basis insbesondere für die weiterführenden Module 2.3, 3.1.4 - 8.</p>
Inhalt	<p>Fachliches Wissen und Prozeduren:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Stabilität: Beiwertebedingungen, Wurzelortskurven, Kriterien nach Hurwitz, Routh, Nyquist, Popov ▪ Mehrgrößensysteme ▪ Nichtlineare Systeme: Zustandsebene, Beschreibungsfunktion, Zwei-Ortskurven-Methode ▪ Zustandsraum: Normalformen, Fundamentalmatrix, Steuerbarkeit, Beobachterentwurf, Polvorgabe ▪ Zeitdiskrete Systeme: Z-Transformation, Algorithmen, Darstellung im Zustandsraum und im Frequenzbereich ▪ Fuzzy-Systeme <p>Fachübergreifendes Wissen und Fähigkeiten: Die Studierenden führen die Bearbeitung von Problemstellungen mit Hilfe von Tabellenwerken und Arbeitsblättern in Interaktion mit kommerziellen EDV-Lösungen durch. Sie präsentieren und visualisieren Arbeitsergebnisse.</p>
Hilfsmittel/Literatur	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Vorlesungsskript, Arbeitsblätter, programmierbarer Rechner, Laptop ▪ H Unbehauen: „Regelungstechnik“, Bd. 1-3, Braunschweig/Wiesbaden ▪ O. Föllinger: „Nichtlineare Regelungen“, Bd. 1/2, München ▪ O. Föllinger: „Lineare Abtastsysteme“, München/Wien
Lehrform/Umfang	Vorlesung (2 SWS), Übung (2 SWS)
Arbeitsaufwand	120 h
Prüfung	Klausur 2,0 h
Leistungspunkte	4 LP
Verwendbarkeit	Im Studiengang „Energiesystemtechnik“

Studiengang	ENERGIESYSTEMTECHNIK
Abkürzung	ESys-1.4E.1
Modulname	MASCHINENBAULICHE GRUNDLAGEN – TEILLEISTUNG THERMODYNAMIK
Semester/Art	1. Semester (Wintersemester) / Pflichtmodul für Studierende mit elektrotechnischer Vorbildung
Betreuer	Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Wirt.-Ing. Aron Teermann
Lernziel	<p>Fachkompetenz: Die Studierenden beherrschen die Grundbegriffe und die Anwendung der technischen Thermodynamik im Kontext von Energiesystemen und -verwendung. Sie können energetische Prozesse unterschiedlicher Komplexität und Fluide hinsichtlich ihres Energiebedarfes analysieren und hinsichtlich der Effizienz bewerten. Die Systemskizzen zu einfachen und optimierten Prozessen können sie ableiten und entwickeln.</p> <p>Personelle Kompetenz: Die Studierenden beherrschen die ergebnisorientierte Diskussion und Bewertung energetischer Systeme und deren Eigenschaften in Teams und in der persönlichen Analyse.</p> <p>Bezug im Modulkanon: Basis insbesondere für die weiterführenden Module 2.2, 2.4 sowie 3.1.5, 3.1.6, 3.1.7, 3.1.8 und 3.3.X.</p>
Inhalt	<p>Fachliches Wissen und Prozeduren:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Thermodynamische Systeme, Zustandsgrößen und Zustandsgleichungen, Zustandsänderungen und Prozesse • 1.Hauptsatz der Thermodynamik – Arbeit, Wärme, innere Energie, Enthalpie, der Carnot-Prozess • 2.Hauptsatz der Thermodynamik – reversible und irreversible Prozesse, Entropie, Entropieänderung und –erzeugung, Exergie und Anergie • Technisch bedeutsame Kreisprozesse: Kolbenmaschinen-, Gasturbinen-, Wasserdampf-, Kaltdampfprozess • Thermodynamische Eigenschaften reiner Fluide, idealer Gemische, realer Fluide <p>Fachübergreifendes Wissen und Fähigkeiten: Die Studierenden diskutieren und analysieren energetische Systeme und deren Eigenschaften ergebnisorientiert auch im Team.</p>
Hilfsmittel/ Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesungsskript Prof. Dr.-Ing. Teermann „Technische Thermodynamik“ • Baehr, H.D., Kabelac, S.: Thermodynamik, Springer Verlag • Jany, P., Sapper, E.: Thermodynamik für Ingenieure, Vieweg Verlag • Cerbe, G., Wilhelms, G.: Technische Thermodynamik, Hanser Verlag
Lehrform/Umfang	Vorlesung (4 SWS), Übung (2 SWS)
Arbeitsaufwand	180 h
Prüfung	Klausur 2,5 h
Leistungspunkte	6 LP
Verwendbarkeit	Im Studiengang „Energiesystemtechnik“

Studiengang	ENERGIESYSTEMTECHNIK
Abkürzung	ESys-1.4E.2
Modulname	MASCHINENBAULICHE GRUNDLAGEN – TEILLEISTUNG STRÖMUNGSTECHNIK
Semester/Art	1. Semester (Wintersemester) / Pflichtmodul für Studierende mit elektrotechnischer Vorbildung
Betreuer	Prof. Dr.-Ing. Andreas Wichtmann
Lernziel	<p>Fachkompetenz: Die Studierenden beherrschen die Grundlagen der Strömungsmechanik - Statik und Dynamik der Fluide -. Sie klassifizieren lokale Strömungserscheinungen bzgl. laminarer und turbulenter Strömung, der Umströmung von Körpern und der Entwicklung von Grenzschichten. Die Studierenden können die strömungstechnischen Probleme für inkompressible und einfache kompressible Fluide selbständig analysieren. Sie überprüfen die wesentlichen Voraussetzungen und Randbedingungen bei der Anwendung der Erhaltungssätze für Masse, Energie sowie Impuls und bewerten lokale Strömungserscheinungen bei der Durchströmung (Rohrströmung) und Umströmung von Körpern und einfachen Systemen.</p> <p>Personelle Kompetenz: Die Studierenden können beliebige strömungstechnische Systeme und deren Randbedingungen klassifizieren und bewerten.</p> <p>Bezug im Modulkanon: Basis insbesondere für die weiterführenden Module 2.2 sowie 3.1.5, 3.1.8 und 3.3.X.</p>
Inhalt	<p>Fachliches Wissen und Prozeduren:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Hydrostatik, Aerostatik ▪ Kinematik der Fluide ▪ Energieerhaltungssatz, Impuls- und Drehimpulssatz ▪ Lokale Strömungserscheinungen <ul style="list-style-type: none"> ▪ Laminare und turbulente Strömung ▪ Grenzschicht ▪ Rohrströmung und Umströmung von Körpern ▪ Kompressible Strömungen idealer Gase ▪ Lavaldüse, Ausströmen aus einem Behälter <p>Fachübergreifendes Wissen und Fähigkeiten: Die Studierenden diskutieren und analysieren Systeme und deren Eigenschaften ergebnisorientiert im Team.</p>
Hilfsmittel/Literatur	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Vorlesungsskript Prof. Dr.-Ing. Wichtmann ▪ Sigloch, H: Techn. Fluidmechanik, Springer, 6. Aufl. ▪ Bohl, W.: Technische Strömungslehre, Vogel Verlag, 2005 ▪ Gersten, K.: Einführung in die Strömungsmechanik, Vieweg Verlag, 1986
Lehrform/Umfang	Vorlesung (2 SWS), Übung (2 SWS)
Arbeitsaufwand	120 h
Prüfung	Klausur 2,0 h
Leistungspunkte	4 LP
Verwendbarkeit	Im Masterstudiengang „Energiesystemtechnik“

Studiengang	ENERGIESYSTEMTECHNIK
Abkürzung	ESys-1.4E.3
Modulname	MASCHINENBAULICHE GRUNDLAGEN – TEILLEISTUNG TECHNISCHE MECHANIK
Semester/Art	1. Semester (Wintersemester) / Pflichtmodul für Studierende mit elektrotechnischer Vorbildung
Betreuer	Prof. Dr.-Ing. Andreas Wichtmann
Lernziel	<p>Fachkompetenz: Die Studierenden kennen die grundlegenden mechanischen und konstruktiven Auslegungskriterien von Maschinen und Anlagen. Sie beurteilen Bauteile und Bauteilkomponenten auf der Basis von Belastung, Verformung und Spannungsanalyse eigenständig. Die Studierenden beherrschen die Beurteilung mechanischer Belastungen typischer konstruktiver Systeme.</p> <p>Personelle Kompetenz: Die Studierenden können mechanische Systeme und Konstruktionen eigenständig und in der Teamdiskussion analysieren.</p> <p>Bezug im Modulkanon: Basis insbesondere für die weiterführenden Module 2.2 sowie 3.1.5, 3.1.8 und 3.3.X.</p>
Inhalt	<p>Fachliches Wissen und Prozeduren:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Grundlagen der Statik → Kräftegleichgewicht, Auflagerkräfte, Fachwerke und Reibungseinfluss ▪ Spannungsanalyse, Normalspannungszustand, Vergleichsspannungshypothesen, Versagenskriterien <p>Fachübergreifendes Wissen und Fähigkeiten: Die Studierenden entwickeln die mechanische Auslegung von verschiedensten Bauteilen (Wellen, Lager, Gehäuse) im Team.</p>
Hilfsmittel/Literatur	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Vorlesungsskript Prof. Dr.-Ing. Wichtmann ▪ Bruhns, O.T.: Elemente der Mechanik I – Einführung, Statik, Shaker Verlag, 2001 ▪ Bruhns, O.T.: Elemente der Mechanik II – Elastostatik, Shaker Verlag, 2002 ▪ Böge, A: Technische Mechanik, 32. Auflage, Springer Vieweg Verlag, 2017
Lehrform/Umfang	Vorlesung (1 SWS), Übung (1 SWS)
Arbeitsaufwand	60 h
Prüfung	Klausur 2,0 h
Leistungspunkte	2 LP
Verwendbarkeit	Im Masterstudiengang „Energiesystemtechnik“

Module des 2. Semesters (Aufbau)

Studiengang	ENERGIESYSTEMTECHNIK
Abkürzung	ESys-2.1
Modulname	RECHNERGESTÜTZTE INGENIEURMATHEMATIK 2
Semester/Art	2. Semester (Sommersemester) / Pflichtmodul für alle Studierende
Betreuer	Prof. Dr. rer. nat. Sonja Grothe
Lernziel	<p>Fachkompetenz: Die Studierenden beurteilen komplexe ingenieurmathematische Aufgabenstellungen methodengerecht und effizient mit CAS-Software. Sie können räumlich veränderliche Systeme (z.B. strömende Gase und Flüssigkeiten oder elektromagnetische Felder) mathematisch formulieren und deren räumliche Veränderungen lokal (d.h. an einem Punkt) und global (d.h. über ein Raumgebiet) analysieren.</p> <p>Personelle Kompetenz: Die Studierenden beherrschen die Anwendung der erzielten Fachkompetenzen und die Diskussion der Ergebnisse auch in Gruppen.</p> <p>Bezug im Modulkanon: Essentielle Voraussetzung für die Beschreibung und Untersuchung von dynamischen Systemen, wie sie in verschiedenen Ingenieurdisziplinen, insbesondere in den Modulen 2.3, 3.1.4, 3.1.5 sowie 3.1.8 auftreten.</p>
Inhalt	<p>Fachliches Wissen und Prozeduren:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Analysis von mehreren Veränderlichen • Vektoranalysis: Felder, Koordinatensysteme, Differentialoperatoren, Linien-, Oberflächen- und Volumenintegrale, Integralsätze • Partielle Differentialgleichungen: Lösungsmethoden, höhere Funktionen, Rand- und Anfangswertprobleme <p>Fachübergreifendes Wissen und Fähigkeiten: Die Studierenden wenden die mathematische Formulierung und Diskretisierung beliebiger Systeme für die Anwendung in der CAS Software an.</p>
Hilfsmittel/Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesungsskript • Bug/Haf/Wille: Vektoranalysis, Teubner, Wiesbaden (2006); • Baxandall/Liebeck: Vector Calculus, Dover Pub. (2008); • Bourne/Kendall: Vektoranalysis, Teubner, Stuttgart (1973); • Bug/Haf/Wille: Partielle Differentialgleichungen, Teubner, Wiesbaden (2004); • Richter: Partielle Differentialgleichungen, Spektrum, Heidelberg (1995) • Campus-Lizenzen Mathematica bzw. Matlab
Umfang	Vorlesung (2 SWS), Übung (2 SWS)
Arbeitsaufwand	ca. 180 h
Prüfung	Hausarbeit und Klausur 2,0 h
Leistungspunkte	6 LP
Verwendbarkeit	Im Masterstudiengang „Energiesystemtechnik“

Studiengang	ENERGIESYSTEMTECHNIK
Abkürzung	ESys-2.2
Modulname	ENERGIEVERFAHRENSTECHNIK
Semester/Art	2. Semester (Sommersemester) / Pflichtmodul für alle Studierende
Betreuer	Prof. Dr.-Ing. Karl H. Klug
Lernziel	<p>Fachkompetenz: Die Studierenden berechnen, bewerten und legen energieverfahrenstechnische Prozesse mit Stoffumwandlungen aus, ausgehend von der Beurteilung der dabei ablaufenden physikalisch-chemischen Vorgänge. Sie können chemisch reagierender Gasgemische in technischen Systemen auf Basis der thermodynamischen Beschreibung von Gasgemischen berechnen.</p> <p>Personelle Kompetenz: In Gruppenarbeit innerhalb der Übungen werden soziale Kompetenzen vertieft.</p>
Inhalt	<p>Fachliches Wissen und Prozeduren:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Gemischthermodynamik: Kennzeichnende Größen und Eigenschaften idealer Gasgemische, Mischungsgrößen, Irreversibilität des Mischungsprozesses, Entmischungsarbeit, Gas-Dampfgemische, ▪ Thermodynamik und Kinetik chemischer Reaktionen: Energetik chemischer Reaktionen, Chemisches Gleichgewicht und Berechnung, Gleichgewichtsumsatz, Kinetik chemischer Reaktionen, ▪ Grundlagen der Verbrennungstechnik: Brennstoffe, Physik und Chemie der Verbrennung, Feuerungen, Verbrennungskontrolle, Flammenstabilität, Verbrennungstemperatur ▪ Emissionen aus Feuerungen und Minderungstechniken: Schadstoffe und deren Auswirkungen auf die Umwelt, Vorstellung ausgewählter Abgasreinigungsverfahren <p>Fachübergreifendes Wissen und Fähigkeiten: Die Studierenden wenden das fachliche Wissen auf verschiedenste technische Systeme mit Verbrennungsprozessen, Abgasreinigungsprozessen oder auch bei elektrochemischen Vorgängen, wie in der Brennstoffzelle in Übungen und Diskussionen an.</p>
Hilfsmittel/Literatur	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Vorlesungsskript Prof. Dr.-Ing. Karl H. Klug „Energieverfahrenstechnik“ ▪ Baehr, H.D., Kabelac, S.: Thermodynamik, Springer Verlag ▪ Joos, F.: Technische Verbrennung, Springer Verlag
Lehrform/Umfang	Vorlesung (2 SWS), Übung (2 SWS)
Arbeitsaufwand	180 h
Prüfung	Klausur 2,0 h
Leistungspunkte	6 LP
Verwendbarkeit	Im Masterstudiengang „Energiesystemtechnik“

Studiengang	ENERGIESYSTEMTECHNIK
Abkürzung	ESys-2.3
Modulname	SYSTEMDYNAMIK UND LEITTECHNIK
Semester/Art	2. Semester (Sommersemester) / Pflichtmodul für alle Studierenden
Betreuer	Prof. Dr.-Ing. Michael Brodmann
Lernziel	<p>Fachkompetenz: Die Studierenden kennen und verstehen grundlegende und fortschrittliche Konfigurationen auf dem Gebiet der Systemdynamik und der Leittechnik. Sie können Systembeschreibungen im Zustandsraum erarbeiten. Die Studierenden beherrschen den Entwurf zeitkontinuierliche Regler und Beobachter sowie zeitdiskrete Regler und Beobachter im Zustandsraum. Sie verstehen die grundlegenden Schritte bei der Programmierung von Prozessleitsystemen und führen auf dieser Basis Echtzeitprogrammierung unter Einsatz eines Echtzeitbetriebssystem durch.</p> <p>Personelle Kompetenz: Teamfähigkeit und Meinungsbildung wird innerhalb der praktischen Programmierübungen vertieft.</p>
Inhalt	<p>Fachliches Wissen und Prozeduren:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Beschreibung und Regelung im Zustandsraum, ▪ Parameteridentifikation, ▪ Beobachterentwurf, ▪ Zeitdiskrete Regelungen und Beobachter, ▪ Z-Transformation, ▪ Kompakteleitsysteme am Beispiel von ABB FREELANCE 2000, Programmiersprachen gemäß IEC 61131-3 ▪ Parallele Bearbeitung von Prozessen (Multitasking, Prozesssynchronisation), ▪ Visualisierung und Bedienung (Statische und Dynamische Objekte), Alarmmanagement, ▪ Sicherheitskonzepte (Redundanz, Fail-Safe etc.), ▪ Programmierung mit Zustandsautomaten, ▪ Echtzeitdatenverarbeitungssysteme am Beispiel von RTOS-PEARL <p>Fachübergreifendes Wissen und Fähigkeiten: In Gruppenarbeiten werden an praktischen Beispielen Regelalgorithmen und Tasks u.a. für den Echtzeitanwendung in der Prozessleittechnik entworfen.</p>
Hilfsmittel/ Literatur	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Lutz; H. / Wendt, W., Taschenbuch der Regelungstechnik, 8. Auflage, Verlag Harri Deutsch, Frankfurt, 2010, 978-3-8171-1859-5 ▪ REUTER, Manfred; ZACHER, Serge: Regelungstechnik für Ingenieure. 12. Wiesbaden: Vieweg+Teubner, 2008, 978-3-8348-0018-3 ▪ Lunze, J., Regelungstechnik 2: Mehrgrößensysteme, Digitale Regelung, 5. Auflage, Springer, 2008, 978-3-540-78462-3
Lehrform/Umfang	Vorlesung (2 SWS), Übung (2 SWS)
Arbeitsaufwand	180 h
Prüfung	Klausur 2,0 h
Leistungspunkte	6 LP
Verwendbarkeit	Im Masterstudiengang „Energiesystemtechnik“

Studiengang	ENERGIESYSTEMTECHNIK
Abkürzung	ESys-2.4
Modulname	SOLARE ENERGIESYSTEME
Semester/Art	2. Semester (Sommersemester) / Pflichtmodul für alle Studierende
Betreuer	Prof. Dr.-Ing. Robert Heß, Prof. Dr. Andreas Schneider
Lernziel	<p>Fachkompetenz: Die Studierenden beurteilen die komplexen Wirkzusammenhänge in Solaren Energiesystemen und die Vielfalt technischer Systemlösungen der Energietechnik. Sie konzipieren die anwendungsnahe Systemlösungen für die Energieversorgung.</p> <p>Personelle Kompetenz: Die Studierenden beherrschen die persönlich und die teamorientierte Diskussion und Lösung energetischer Fragestellungen.</p>
Inhalt	<p>Fachliches Wissen und Prozeduren:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Vermittlung und praktische Erprobung Solarer Energiesysteme ▪ Photovoltaik: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Theorie der Solarzelle, Aufbau und Alterung von Solarmodulen, Berechnung und Analyse charakteristischer Solarzell- und Modulparameter, Neue Solarzelltechnologien, ▪ I-U-Kennlinien-Analyse, Aufbau von Solaranlagen, Überwachungs- und Steuerungseinrichtungen ▪ Solarthermie: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Funktionsprinzip, Kollektorsysteme, Wirkungsgrade, Auslegung, Anwendung, Kosten ▪ Solare Kühlung, Kälte aus Solarthermie: ▪ Funktionsprinzip, Sorptionskältetechnik, Kenngrößen, Systemtechnik, Anwendung ▪ Solarthermische Kraftwerke: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Grundprinzip, thermodynamischer Kreisprozess, Wirkungsgrad, Systemtechnik <p>Fachübergreifendes Wissen und Fähigkeiten: Die Studierenden lösen energetischer Fragestellungen um praktische Solare Energiesysteme durch Gruppenarbeit und -diskussion in den Übungsveranstaltungen.</p>
Hilfsmittel/Literatur	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Vorlesungsskripte von Prof. Dr.-Ing. Robert Heß und Prof. Dr. Andreas Schneider ▪ Regenerative Energiesysteme, Technologie-Berechnung-Simulation; Volker Quaschnig, Carl Hanser Verlag; ISBN 978-3-446-43526-1 ▪ Photovoltaik; Konrad Mertens; Carl Hanser Verlag; ISBN 978-3-446-43410-3 ▪ Photovoltaik; Hans-Günther Wagemann; Springer Vieweg; ISBN 978-3-8348-9376-5 ▪ Erneuerbare Energien; M. Kaltschmitt, A. Wiese; Springer Verlag; ISBN 3-540-28204-1 ▪ Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie: Solarthermische Anlagen ▪ VDI Richtlinie 6002, Bl.1: Solare Trinkwassererwärmung
Lehrform/Umfang	Vorlesung (3 SWS), Übung (1 SWS)
Arbeitsaufwand	180 h
Prüfung	Klausur 2,0 h
Leistungspunkte	6 LP
Verwendbarkeit	Im Masterstudiengang „Energiesystemtechnik“

Studiengang	ENERGIESYSTEMTECHNIK
Abkürzung	ESys-2.5
Modulname	ENERGIEWIRTSCHAFT
Semester/Art	2. Semester (Sommersemester) / Pflichtmodul für alle Studierende
Betreuer	Prof. Dr.-Ing. Andreas Wichtmann
Lernziel	<p>Fachkompetenz: Die Studierenden antizipieren und bewerten das Marktdesign der aktuellen sowie der zukünftigen Entwicklung unserer Energieversorgung.</p> <p>Personelle Kompetenz: Die Studierenden beherrschen die teamorientierte Lösung energetischer Fragestellungen.</p>
Inhalt	<p>Fachliches Wissen und Prozeduren:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Primär- und Sekundärenergiemarkt national und weltweit ▪ Energetische Bewertung, energetische Amortisation, Erntefaktor, usw. ▪ Energierechtliche Rahmenbedingungen national und EU-weit ▪ Potential der Kraft-Wärme-Kopplung ▪ Investitions- und Kostenrechnung <p>Fachübergreifendes Wissen und Fähigkeiten: In Gruppenarbeit werden aktuelle Themen der Energiewirtschaft aufgearbeitet und u.a. die zukünftigen Anforderungen bzgl. Versorgungssicherheit an die Marktteilnehmer festgestellt.</p>
Hilfsmittel/Literatur	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Vorlesungsskript von Prof. Dr.-Ing. Wichtmann ▪ Panos Konstantin: Praxisbuch Energiewirtschaft, Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2017 ▪ Reserven, Ressourcen und Verfügbarkeit von Energierohstoffen, Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) ▪ Crastan, V.: Elektrische Energieversorgung, Springer Vieweg, 4. Auflage, 2018 ▪ BP: Statistical Review of World Energy: ///www.bp.com ▪ Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie: ///www.bmwi.de ▪ Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen //www.ag-energiebilanzen.de ▪ Bund für Umwelt- und Naturschutz Deutschland e.V.: //www.bund.net/
Lehrform/Umfang	Vorlesung (2 SWS), Übung (2 SWS)
Arbeitsaufwand	180 h
Prüfung	Klausur 2,0 h
Leistungspunkte	6 LP
Verwendbarkeit	Im Studiengang „Energiesystemtechnik“

Module des 3. Semesters (Vertiefung)

4.1 Wahlpflichtfächer elektrotechnische Präferenz (Gelsenkirchen)

Studiengang	ENERGIESYSTEMTECHNIK
Abkürzung	ESys-3.1.1
Modulname	SONDERGEBIETE DER ELEKTRISCHEN ENERGIETECHNIK
Semester/Art	3. Semester (Wintersemester) / Wahlpflichtmodul nach MPO
Betreuer	Prof. Dr.-Ing. Markus J. Löffler
Lernziel	<p>Fachkompetenz: Die Studierenden können die Machbarkeit unkonventioneller elektrischer Geräte mit hohen Energie-/Leistungsdichten sowie aktuelle bzw. ausgewählte Themen der elektrischen Energietechnik analysieren und bewerten.</p> <p>Personelle Kompetenz: Die Innovationskraft der Studierenden wird durch die Vermittlung unkonventioneller Themen gestärkt, insbesondere auf die Anwendung elektrischer Geräte in zahlreichen bisher unbekanntenen Anwendungsbereichen (Biologie, Lebensmitteltechnik, Medizin, Materialbe- und -verarbeitung usw.).</p>
Inhalt	<p>Fachliches Wissen und Prozeduren:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Anwendungen der Hochleistungspulstechnik in Medizin, Biologie, Materialbearbeitung, Umformungstechnik, Lebensmitteltechnik usw. Technische Grenzbereiche der elektrischen Energietechnik ▪ Hochleistungskondensatoren, -spulen, -schalter; pulsformende Netzwerke zur Erzeugung (sehr) hoher Strom- und Spannungspulse ▪ Multiphysikalische Verknüpfung elektromagnetischer, thermischer und mechanischer Größen in Hochstromsystemen. ▪ Physikalische Grundlagen zur Kernfusionstechnik. ▪ Berechnung und Anwendung von Drahtexplosionen. ▪ Ausgewählte aktuelle Themen der elektrischen Energietechnik (z.B. Herausforderungen der Energiewende). <p>Fachübergreifendes Wissen und Fähigkeiten: In Übungsgruppen wird der Einsatz und die Anwendung elektrischer Geräte auch für fachgebietsfremde Anwendungen entworfen.</p>
Hilfsmittel/Literatur	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Vorlesungsskript zu „Pulsed Power Technology. Basics“. ▪ F. Frügel: Impulstechnik. Leipzig 1960, 1. Aufl. ▪ F.B.A.Fruengel: High Speed Pulse Technology, (Academic Press, 1980) vol. 1&2. ▪ R. Winkler: Hochgeschwindigkeitsbearbeitung. Berlin 1973.
Lehrform/Umfang	Vorlesung (2 SWS), Übung (1 SWS), wöchentliche Hausaufgaben und Tests zur Vorbereitung der Praktika (1 SWS).
Arbeitsaufwand	180 h
Prüfung	Klausur 2,5 h
Leistungspunkte	6 LP
Verwendbarkeit	Im Studiengang „Energiesystemtechnik“

Studiengang	ENERGIESYSTEMTECHNIK
Abkürzung	ESys-3.1.2
Modulname	EXPLOSIONSSCHUTZ
Semester/Art	3. Semester (Wintersemester) / Wahlpflichtmodul
Betreuer	Prof. Dr. rer. nat. Heinrich Groh
Lernziel	<p>Fachkompetenz: Die Studierenden lernen die grundlegende Bedeutung des Explosionsschutzes elektrischer Betriebsmittel und Anlagen durch das Vermeiden von Zündquellen kennen. Sie kennen die chemisch-physikalische Grundlagen, Normung und Zulassungsverfahren, die Darstellung der technischen Zündschutzarten, deren wirtschaftliche Bewertung sowie die Grundsätze der technischen Instandhaltung beim Vorkommen brennbare Gase, Dämpfe und Nebel sowie brennbarer Stäube im industriellen Bereich. Sie können die Beschaffung, Errichtung und den Betrieb elektrischer Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen technisch und wirtschaftlich optimiert eigenständig planen und durchzuführen.</p> <p>Personelle Kompetenz: Die Studierenden steigern das Adaptionsvermögen durch Übertragung der Anforderungen des Explosionsschutzes auf alle praktischen Anwendungsgebiete mittels Normen und Regelwerken.</p>
Inhalt	<p>Fachliches Wissen und Prozeduren:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Grundlagen des Explosionsschutzes ▪ Zoneneinteilung ▪ Normen und Zulassungsverfahren ▪ Explosionsgruppen und Temperaturklassen ▪ Kennzeichnung ▪ Technische Grundlagen der Zündschutzarten ▪ Prüfungen und Prüfverfahren ▪ Finanzielle Aspekte bei der Auswahl der Zündschutzarten <p>Fachübergreifendes Wissen und Fähigkeiten: Anhand von Beispielen werden Anwendungen in allen Bereichen der Technik, wie in der chemischen Industrie, der Öl- und Gasindustrie, dem untertägigen Steinkohlenbergbau und der Nahrungsmittelindustrie eingeordnet. Die profunde Kenntnis der Zündschutzarten erlaubt eine zielorientierte Konstruktion und Weiterentwicklung der Betriebsmittel auch mit Herstellern.</p>
Hilfsmittel/Literatur	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Groh, H.: Explosion Protection, ISBN 0 7506 4777-9 ▪ Ergänzende Arbeitsblätter
Lehrform/Umfang	Vorlesung (3 SWS), Übung (1 SWS)
Arbeitsaufwand	180 h
Prüfung	Klausur 2,5 h
Leistungspunkte	6 LP
Verwendbarkeit	Im Studiengang „Energiesystemtechnik“

Studiengang	ENERGIESYSTEMTECHNIK
Abkürzung	ESys-3.1.3
Modulname	BERECHNUNG ELEKTRISCHER MASCHINEN
Semester/Art	3. Semester (Wintersemester) / Pflichtmodul für die Studierenden der Vertiefungsrichtung
Betreuer	Prof. Dr.-Ing. Michael Brodmann
Lernziel	<p>Fachkompetenz: Die Studierenden kennen und beurteilen den Aufbau und das Betriebsverhalten elektrischer Maschinen auf der Basis der analytischen Betrachtung der Grundlagen und des Luftspaltfeldes elektrischer Maschinen. Sie können Felder elektrischer Maschinen analytisch beschreiben, das grundlegende Verhalten elektrischer Maschinen berechnen und die wichtigsten Einflüsse verschiedenen Wicklungsarten kennen beurteilen.</p> <p>Personelle Kompetenz: Teamfähigkeit und Entscheidungsfindung werden in der Übung durch Gruppenarbeit vertieft.</p>
Inhalt	<p>Fachliches Wissen und Prozeduren:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Entstehung eines Wechselfeldes ▪ Drehfeld als Überlagerung von Wechselfeldern ▪ Spannungsgleichungen von Drehfeldmaschinen ▪ Wicklungen von Induktionsmaschinen ▪ Einführung in die Theorie der Oberwellen <p>Fachübergreifendes Wissen und Fähigkeiten: Es werden den Studierenden Werkzeuge zugänglich gemacht, mit denen ein Wissenserwerb ermöglicht wird, der weit über die in Studiengang vermittelbare Problemlösungsansätze hinausgeht.</p>
Hilfsmittel/Literatur	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Arbeitsblätter von Prof. Dr.-Ing. Michael Brodmann ▪ Seinsch, Hans Otto, Grundlagen elektrischer Maschinen und Antriebe, Teubener Verlag ▪ Fischer, Rolf, elektrische Maschinen, 13. Auflage, Hanser Verlag ▪ Müller, Gernar, Ponick, Bernd, Theorie elektrischer Maschinen, 6. Auflage, WILEY-VCH Verlag
Umfang	<i>Vorlesung</i> (2 SWS), <i>Übung</i> (2 SWS)
Arbeitsaufwand	180 h
Prüfung	Klausur 2h
Leistungspunkte	6 LP
Verwendbarkeit	Im Studiengang „Energiesystemtechnik“

Studiengang	ENERGIESYSTEMTECHNIK
Abkürzung	ESys-3.1.4
Modulname	ELEKTRISCHE ANTRIEBE
Semester/Art	3. Semester (Wintersemester) / Pflichtmodul für die Studierenden der Vertiefungsrichtung
Betreuer	Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Oberschelp
Lernziel	<p>Fachkompetenz: Die Studierenden kennen und beurteilen das dynamische Verhalten sowie die Regelung von Drehfeldmaschinen. Sie können geregelte Drehfeldantriebe eigenverantwortlich entwickeln und bewerten.</p> <p>Personelle Kompetenz: In der Gruppenarbeit innerhalb von Übungsveranstaltungen sowie durch Präsentationen von Kleingruppen werden soziale Kompetenzen der Zusammenarbeit und der Teamfähigkeit vertieft.</p>
Inhalt	<p>Fachliches Wissen und Prozeduren:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Raumzeigertheorie ▪ Zweiachsentheorie für Asynchron- und Synchronmaschinen ▪ dynamische Betriebsverhalten der Drehfeldmaschinen ▪ Feldorientierte Regelung ▪ Geberlose Regelverfahren ▪ Simulation mit MathLab Simulink. <p>Fachübergreifendes Wissen und Fähigkeiten: Weitreichende Anwendung bspw. für die Automatisierung mit im großen Umfang als momenten-, drehzahl- und lagegeregelt Antriebe eingesetzten Drehfeldantriebe.</p>
Hilfsmittel/Literatur	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Vorlesungsskript von Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Oberschelp ▪ Leonhard, Werner: Regelung Elektrischer Antriebe, Springer, Berlin (2000) ▪ Schröder, Dierk: Elektrische Antriebe Regelung von Antriebssystemen, Springer, Berlin (2009)
Lehrform/Umfang	<i>Vorlesung</i> (2 SWS), <i>Übung</i> (2 SWS)
Arbeitsaufwand	180 h
Prüfung	Klausur 2h
Leistungspunkte (LP)	6
Verwendbarkeit	Im Studiengang „Energiesystemtechnik“

4.2 Wahlpflichtfächer maschinenbauliche Präferenz (Gelsenkirchen)

Studiengang	ENERGIESYSTEMTECHNIK
Abkürzung	ESys-3.1.5
Modulname	WINDKRAFTANLAGEN
Semester/Art	3. Semester (Wintersemester) / Wahlpflichtmodul
Betreuer	Prof. Dr.-Ing. Andreas Wichtmann
Lernziel	<p>Fachkompetenz: Die Studierenden können die unterschiedlichen Windenergie-Konvertersysteme technisch beurteilen und die möglichen Einsatzgrenzen klassifizieren. Sie bewerten das lokale Windangebot, beurteilen Energieerträge unterschiedlicher Windturbinen und überprüfen die mechanische Integrität der Windkraftanlage. Sie ermitteln die Erträge und die Kosten einer Windkraftanlage</p> <p>Personelle Kompetenz: Die Studierenden kennen die Details der Energiesysteme und wenden diese für die unterschiedlichsten Voraussetzungen in der weltweiten Anwendung an.</p>
Inhalt	<p>Fachliches Wissen und Prozeduren:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Analyse zur Entstehung des Windes ▪ Darstellung der Energie des Windes und statistische Modellbeschreibungen ▪ Aerodynamik der Windturbine (u.a. Blattelementtheorie) ▪ Konstruktionskonzepte und Merkmale der Windkraftanlage ▪ Kennfeldberechnung und Teillastverhalten ▪ Mechanische Auslegung der Windkraftanlage ▪ Anforderungen an Offshore-Windkraftanlagen <p>Fachübergreifendes Wissen und Fähigkeiten: Die Studierenden führen Auslegung und Bewertung von Windkraftanlagen für verschiedene Standorte in Gruppenarbeiten durch. Zudem wird den Studierenden ein Excel-Auslegungstool auf Basis der Blattelementtheorie für Windkraftanlagen nahegebracht. Mit diesem Tool ist es möglich, das Teillastverhalten von Windenergieanlagen bei unterschiedlichsten Windbedingungen abzuschätzen und die Anlage zu optimieren.</p>
Hilfsmittel/Literatur	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Vorlesungsskript Prof. Dr.-Ing. Wichtmann ▪ Windkraftanlagen: Grundlagen, Entwurf, Planung und Betrieb, von Robert Gasch, Jochen Twele Vieweg+Teubner; 9. Auflage, 2016 ▪ Windkraftanlagen: Grundlagen, Technik, Einsatz, Wirtschaftlichkeit, Erich Hau, Springer, Berlin; 6. Auflage, 2017
Lehrform/Umfang	Vorlesung (2 SWS), Übung (2 SWS)
Arbeitsaufwand	180 h
Prüfung	Klausur 2,0 h
Leistungspunkte	6 LP
Verwendbarkeit	Im Studiengang „Energiesystemtechnik“

Studiengang	ENERGIESYSTEMTECHNIK
Abkürzung	ESys-3.1.6
Modulname	WASSERSTOFF ENERGIESYSTEME
Semester/Art	3. Semester (Wintersemester) / Wahlpflichtmodul
Betreuer	Prof. Dr.-Ing. Karl H. Klug
Lernziel	<p>Fachkompetenz: Die Studierenden kennen die speziellen physikalischen und chemischen Eigenschaften von Wasserstoff sowie die speziellen verfahrenstechnischen Prozesse der Herstellungs- und Anwendungsprozesse. Sie können H₂-Energiesystemen berechnen, auslegen und bewerten.</p> <p>Personelle Kompetenz: Die Studierenden sind diskussionsfähig über den Einsatz der Wasserstofftechnologie in aktuellen Anwendungen bis zum Einsatz im Zusammenhang einer möglichen Organisation einer erwarteten, weitestgehend CO₂-freien zukünftigen Energieversorgung.</p>
Inhalt	<p>Fachliches Wissen und Prozeduren:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Wasserstoff und Energieversorgung <ul style="list-style-type: none"> ▪ Die potentielle Rolle von H₂ in der Energiewirtschaft ▪ Elemente einer H₂-Wirtschaft 2. Wasserstoff - Grundlagen <ul style="list-style-type: none"> ▪ Physikalisch und chemische Eigenschaften ▪ Verfügbarkeit und Aufkommen ▪ Anwendungen ▪ Sicherheitsaspekte 3. Brennstoffzellen <ul style="list-style-type: none"> ▪ Einführung/Funktionsprinzip/Aufbau ▪ Thermodynamische Grundlagen ▪ Typen und Anwendungen ▪ Aufbau von PEM-Brennstoffzellen 4. Wasserstofferzeugung und Speicherung 5. Brennstoffzellen in der dezentralen Energieversorgung 6. Autarke H₂-Energiesysteme <p>Fachübergreifendes Wissen und Fähigkeiten: In Übungen werden eine zukünftige H₂-Wirtschaft und verschiedenste praktische Einsatzgebiete diskutiert und die Anwendung entworfen und bewertet.</p>
Hilfsmittel/Literatur	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Vorlesungsunterlagen Prof. Klug „H₂-Energiesysteme“ ▪ Larminie, J.; Dicks, A.: Fuel Cell Systems Explained, Wiley Verlag ▪ Winkler, W.: Brennstoffzellenanlagen, Springer Verlag ▪ Heinzl, A.; Mahlendorf, F.; Roes, J.: Brennstoffzellen, C.F. Müller Verlag
Lehrform/Umfang	Vorlesung (2 SWS), Übung (2 SWS), Exkursionen
Arbeitsaufwand	180 h
Prüfung	Klausur 2,0 h
Leistungspunkte	6 LP
Verwendbarkeit	Im Studiengang „Energiesystemtechnik“ Vertiefungsrichtung „Emissionsarme Energiesysteme“

Studiengang	ENERGIESYSTEMTECHNIK
Abkürzung	Esys-3.1.7
Modulname	BIOMASSE-ENERGIESYSTEME
Semester/Art	3. Semester (Wintersemester) / Wahlpflichtmodul
Betreuer	Prof. Dr.-Ing. Ralf Holzhauer, Prof. Dr. rer. nat. Winfried Schmidt
Lernziel	<p>Fachkompetenz: Die Studierenden verstehen chemische, biologische und verfahrenstechnische Grundlagen der Prozesse bzw. Prozessketten zur Erzeugung und energetischen Nutzung von Biomasse. Sie können Prozesse, Systeme und Komponenten, bei denen Biomasse eingesetzt wird, technisch und wirtschaftlich berechnen, auslegen und bewerten. Sie Beurteilen die energiewirtschaftliche Einordnung, Identifizierung von Entwicklungstendenzen und das Konfliktpotential.</p> <p>Personelle Kompetenz: Die Studierenden können das Potential und die Anforderungen an Biomasse-Energiesysteme im Zusammenspiel von Entsorgungsaufgaben und zukünftiger CO₂-neutraler Energieversorgung diskutieren und kompetent darstellen. Sie vertiefen die Zusammenarbeit in Gruppen und Teams und können Experimente vorbereiten, durchführen, präsentieren und protokollieren.</p>
Inhalt	<p>Fachliches Wissen und Prozeduren:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Erzeugung und Umwandlung, Verfügbarkeit von Biomasse und heutige Nutzung <ul style="list-style-type: none"> ▪ CO₂ Relevanz und Treibhauseffekt ▪ Thermochemische Umwandlungsverfahren (Verbrennungsverfahren, Vergasungsverfahren, Pyrolyse) ▪ Integration in Prozesse <ul style="list-style-type: none"> ▪ zur Wärmeerzeugung ▪ zur Stromerzeugung ▪ Kraft-Wärme-Kopplung ▪ Flüssige Bio-Brennstoffe, aus <ul style="list-style-type: none"> ▪ Ölpflanzen, ▪ Bioethanol ▪ Biogas ▪ Zertifizierung bzgl. Nachhaltigkeit ▪ Wirtschaftlichkeit der Wärme- und Stromerzeugung aus Biomasse (Modellfälle, Kosten und Wirtschaftlichkeit marktreifer Technologien) <p>Fachübergreifendes Wissen und Fähigkeiten: Exkursionen, Laborversuche und Seminararbeit werden zu unterschiedlichen Zeitpunkten im laufenden Semester zu verschiedenen, auch tagesaktuellen Themen der Biomasse-Energieversorgung durchgeführt.</p>
Hilfsmittel/Literatur	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Vorlesungsskript, Laborbeschreibungen ▪ W. Kaltschmitt, H. Hartmann: Energie aus Biomasse; ISBN 3-540-64853-4 ▪ Aktuelle Veröffentlichungen
Lehrform/Umfang	Vorlesung (2 SWS), Seminar (2 SWS)
Arbeitsaufwand	180 h
Prüfung	Klausur 2,0 h
Leistungspunkte	6 LP
Verwendbarkeit	Im Studiengang „Energiesystemtechnik“

Studiengang	ENERGIESYSTEMTECHNIK
Abkürzung	ESys-3.1.8
Modulname	KRAFTWERKSTECHNIK
Semester/Art	3. Semester (Wintersemester) / Wahlpflichtmodul
Betreuer	Prof. Dr.-Ing. Andreas Wichtmann
Lernziel	<p>Fachkompetenz: Die Studierenden können konventionelle Kraftwerkskonzepte hinsichtlich Umweltaspekten, Wirkungsgradentwicklung, Versorgungssicherheit und kostenoptimaler Stromerzeugung beurteilen. Sie bewerten Kraftwerksprozesse hinsichtlich Gesamt- und Wirkungsgrade der Einzelprozesse sowie nach Einordnung und Anforderung innerhalb des Energiemarktes. Die neusten Entwicklungen hinsichtlich Wirkungsgraderhöhung und CO₂-Abscheidung sind bekannt.</p> <p>Personelle Kompetenz: Die Studierenden kennen und beurteilen die verfügbaren konventionellen Kraftwerkstechniken einer nicht volatilen Erzeugung in der weltweiten Energieversorgung für Industrie- und Schwellenländer.</p>
Inhalt	<p>Fachliches Wissen und Prozeduren:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Energiewandlung und Thermodynamik des Kraftwerksprozesses ▪ Aufbau und Konzeption des Kraftwerks ▪ Analyse der Hauptkomponenten, wie Dampferzeuger, Dampfturbine/Gasturbine, Rückkühlanlage und Rauchgasreinigung ▪ Beurteilung der zukünftigen Entwicklungen <p>Fachübergreifendes Wissen und Fähigkeiten: Die Studierenden führen einzeln oder als Gruppe eine Analyse des Kreislaufprozesses zur Wirkungsgradoptimierung des Kraftwerkes durch. In diesem Rahmen wird der Effekt der CO₂-Reduktion bzw. des Abtrennens von CO₂ besonders hervorgehoben.</p>
Hilfsmittel/Literatur	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Vorlesungsskript Prof. Dr.-Ing. Wichtmann ▪ Kraftwerkstechnik: Zur Nutzung fossiler, regenerativer und nuklearer Energiequellen, Karl Strauß, Springer, Berlin; 7. Auflage, 2016 ▪ Energietechnik, Richard A. Zahoransky, E. Bollin, H. Oehler, U. Schelling, Vieweg+Teubner; 6. Auflage, 2013
Lehrform/Umfang	Vorlesung (2 SWS), Übung (2 SWS)
Arbeitsaufwand	180 h
Prüfung	Klausur 2,0 h
Leistungspunkte	6 LP
Verwendbarkeit	Im Studiengang „Energiesystemtechnik“

4.3 Wahlmodule Ruhr Master School (Dortmund, Bochum, Gelsenkirchen)

Für den Masterstudiengang Energiesystemtechnik anerkannter Module und deren Modulbeschreibungen (ESys-3.2.1) finden Sie auf der Homepage der Ruhr Master School. (www.ruhrmasterschool.de)

4.4 Wahlmodule Hochschule Bochum

Studiengang	ENERGIESYSTEMTECHNIK
Abkürzung	ESys-3.3.1
Modulname	GEOHERMAL GEOLOGY AND EXPLORATION
Semester/Art	3. Semester (Wintersemester) / Wahlmodul
Betreuer	Prof. Dr. Rolf Bracke
Lernziel	<p>Expertise: The students will be able to assess the variety of geological systems likely to host geothermal resources referred as to geothermal play type and how these play types are explored. In the practice class, students will analyze how to apply the play type concept, identify geothermal systems through geological characteristics.</p> <p>Personnel competence: Group work improves team and problem-solving skills.</p>
Inhalt	<p>Professional knowledge and procedures:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Introduction into geothermal resources assessment ▪ Introduction into geological systems ▪ Fundamentals of geothermal play type concepts ▪ Heat transport mechanisms: convection and conduction ▪ Magmatic geothermal plays ▪ Extensional terrain plays ▪ Basin plays ▪ Basement plays ▪ Exploration methods in geothermal plays ▪ Reservoir Geology ▪ Case studies <p>Multidisciplinary knowledge and skills: Theory will be applied by real case studies from several geothermal operating projects using photographs, animations and schematic illustrations. A teaching assistant will help to work in practice lessons and to reply on blogs in Moodle so that students deepen oneself in discussion and PC-learnings.</p>
Hilfsmittel/ Literatur	<p>Harvey, C, Rüter, H., Moeck, I., Beardsmore, G (2016): Best practice on geothermal, Press, F.; Siever, R. (1995): Earth.- Spektrum Akad. Verlag, Heidelberg Weber, J., Schulz, R. et al. (2016): Geothermal Energy, Leibniz Institute for Applied</p>
Lehrform	Class room work, exercises, field work and site visit
Arbeitsaufwand	180 h
Prüfung/LP	Written examination (60 Minuten)/ 6 LP
Verwendbarkeit	Im Masterstudiengang „Energiesystemtechnik“
Sprache	Englisch

Studiengang	ENERGIESYSTEMTECHNIK
Abkürzung	ESys-3.3.2
Modulname	DRILLING II
Semester/Art	3. Semester (Wintersemester) / Wahlmodul
Betreuer	Prof. Dr. Rolf Bracke
Lernziel	<p>Expertise: The students will be able to assess the variety of geological systems likely to host geothermal resources referred as to geothermal play type and how these play types are explored. In the practice class, students will learn how to apply the play type concept, identify geothermal systems through geological characteristics.</p> <p>Personnel competence: Group work improves team and problem-solving skills.</p>
Inhalt	<p>Professional knowledge and procedures:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Deep drilling basics; mechanical rock destruction process ▪ Drilling techniques and process ▪ Rotary drilling ▪ Percussion drilling ▪ Directional drilling ▪ Innovative and unconventional drilling techniques (thermal, hydraulic, coiled tubing) ▪ Drilling specific laboratory analysis ▪ Mud logging ▪ health, safety issues and environmental impacts of drilling projects <p>Multidisciplinary knowledge and skills: Theory will be applied by real case studies from several geothermal operating projects using photographs, animations and schematic illustrations. A teaching assistant will help to work in practice lessons and to reply on blogs in Moodle so that students deepen oneself in discussion and PC-learnings.</p>
Hilfsmittel/ Literatur	Scriptum by Prof. Dr. Rolf Bracke
Lehrform	Class room work, exercises, field work and site visit
Arbeitsaufwand	180 h
Prüfung/LP	Written examination (60 Minuten) / 6 LP
Verwendbarkeit	Im Masterstudiengang „Energiesystemtechnik“
Sprache	Englisch

Studiengang	ENERGIESYSTEMTECHNIK
Abkürzung	ESys-3.3.3
Modulname	HYDRO- AND GEOCHEMISTRY
Semester/Art	3. Semester (Wintersemester) / Wahlmodul
Betreuer	Prof. Dr. Rolf Bracke
Lernziel	Expertise: The students interpret and evaluate chemical processes and fluid-/rock-reactions at low to moderate pT-conditions in the upper geosphere and in technical geothermal systems.
Inhalt	<p>Professional knowledge and procedures:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Groundwater quality ▪ Physical and chemical basics ▪ Processes in fluid flow and 2-phase flow ▪ Thermodynamic model for mineral solubility in aqueous fluids ▪ Fluids at elevated pressure and temperature ▪ Element transport ▪ Geochemical systems of different rock type ▪ The carbonate system ▪ Microbiology of groundwater bodies ▪ Corrosion and scaling processes ▪ Regional geochemical studies and exploration strategies ▪ Toxicology of ground water compounds ▪ Introduction to numerical simulation (PhreeqC) <p>Multidisciplinary knowledge and skills: A teaching assistant will help to work in practice lessons and to reply on blogs in Moodle so that students deepen oneself in discussion and PC-learnings.</p>
Hilfsmittel/ Literatur	Scriptum by Prof. Dr. Rolf Bracke
Lehrform	Theoretical learning in the classroom (50 %), practical computer exercises (20 %), practical field and laboratory work (10%), project-based self-studies (20 %)
Arbeitsaufwand	180 h
Prüfung/LP	Presentation, Thesis with colloquium or written examination (60 Min) / 6 LP
Verwendbarkeit	Im Masterstudiengang „Energiesystemtechnik“
Sprache	Englisch

Masterarbeit und Kolloquium

Studiengang	ENERGIESYSTEMTECHNIK
Abkürzung	ESys-4.1 (ESys-MA) und ESys-4.2 (ESys-KQ)
Modulname	MASTERARBEIT UND KOLLOQUIUM
Semester/Art	4. Semester (Sommersemester) / Pflichtmodul für alle Studierenden
Betreuer	Lehrende/r im Master-Studiengang Energiesystemtechnik
Lernziel	Die Kandidatin/der Kandidat weist die Befähigung nach innerhalb einer vorgegebenen Frist eine praxis- oder theorieorientierte Aufgabe aus ihrem/seinem Fachgebiet sowohl in ihren fachlichen Einzelheiten als auch in den fachübergreifenden Zusammenhängen nach wissenschaftlichen Methoden selbständig zu bearbeiten und im Rahmen des darauf aufbauenden Kolloquiums zu präsentieren .
Inhalt	<p>Anwendungsnahes wissenschaftliches Thema zu einer aktuellen Problemstellung aus dem gesamten Bereich der Energiesystemtechnik.</p> <p>Beispiele Arbeitsvarianten: Theoretische Arbeit, theoretische Arbeit mit praktischen Anteilen, Experimentalarbeit, konstruktive Arbeit, Projektplanungsarbeit, Miniprojekt.</p> <p>Beispiel des Ablaufs eines Miniprojekts:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Erfassung des Themas aufgrund erworbener Kenntnisse ▪ Literaturstudium ▪ Geräte-/System-Spezifikation und Erstellung Arbeits-Zeit-Finanz-Plan ▪ Versuchsplanung oder Planung von Eingangs- und Ausgangstests ▪ Konzeption/Entwurf des/der (Versuchs-)Geräte oder des (Versuchs-)Systems ▪ Beschaffung/Aufbau und Inbetriebnahme inklusive entsprechender Dokumentation ▪ Versuche im Wechsel mit Versuchsauswertung und neuer Versuchsplanung ▪ Vollständige Dokumentation der Versuche ▪ Wissenschaftliche Versuchsinterpretation ▪ Bericht (Master-Arbeit) <p>Die Abläufe der anderen Arbeitsvarianten stellen Schwerpunkt-Teilmen- gen aus diesem Arbeitsablauf dar.</p>
Hilfsmittel/Literatur	Laborausrüstung, Hochschulbibliotheken NRW, PC, Internet, finanzielle Mittel (soweit vorhanden)
Lehrform/Umfang	Projektarbeit und Präsentation
Arbeitsaufwand	810 h (Masterarbeit); 90 h (Kolloquium)
Prüfung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Schriftliche Ausarbeitung (Masterarbeit) ▪ Präsentation/mündliche Prüfung (Kolloquium)
Leistungspunkte	27 LP (Masterarbeit) 3 LP (Kolloquium)
Verwendbarkeit	Im Studiengang „Energiesystemtechnik“

Prüfungsordnung: