

**MODULHANDBUCH  
MA - STUDIENGANG:  
ENERGIESYSTEME**

**FACHBEREICH ELEKTROTECHNIK  
FH DORTMUND**

(AUSGABE: 2018.12)

<b>Änderungsdienst</b>			(Angegebene Referenzen oder Seitenzahlen beziehen sich immer auf den jeweils aktuellen Ausgabestand)
Ausgabe	Grund	Autor	Kommentar
2017.05	Erstausgabe	Harnischmacher	Entwurf zur Akkreditierung
2017.10	Akkreditierung	Harnischmacher	Gutachteraussgabe
2018.12	Auflagenerfüllung Aktualisierungen	Harnischmacher	Geänderte Berechnung der Präsenzzeit Turnus von EAU und IST getauscht Personalzuordnung
	Überarbeitung	Zacharias	Höhere Mathematik HM

Vollzeitvariante

Masterstudiengang: Energiesysteme																								
Sem.	1. SWS	2. SWS	3. SWS	4. SWS	5. SWS	6. SWS	7. SWS	8. SWS	9. SWS	10. SWS	11. SWS	12. SWS	13. SWS	14. SWS	15. SWS	16. SWS	17. SWS	18. SWS	19. SWS	20. SWS	21. SWS	22. SWS	23. SWS	24. SWS
4.	<b>MT</b>																				<b>Koll</b>			
	Master Thesis																				Kolloquium			
	26 ECTS																				4 ECTS			
3.	<b>WP 3</b>					<b>WP 4</b>					<b>MSA</b>													
	Wahlpflichtmodul(e) 3					Wahlpflichtmodul(e) 4					Masterstudienarbeit													
	aus Katalog					aus Katalog					14 ECTS													
8 ECTS					8 ECTS																			
2.	<b>TE</b>					<b>PM 2</b>					<b>WP 2</b>					<b>PA 2</b>								
	Pflichtmodul					Pflichtmodul 2					Wahlpflichtmodul(e) 2					Projektarbeit 2								
	Theoretische Elektrotechnik					ES, AT, AS, EW					aus Katalog													
8 ECTS					8 ECTS					8 ECTS					6 ECTS									
1.	<b>HM</b>					<b>PM 1</b>					<b>WP 1</b>					<b>PA 1</b>								
	Pflichtmodul					Pflichtmodul 1					Wahlpflichtmodul(e) 1					Projektarbeit 1								
	Höhere Mathematik					ES, AT, AS, EW					aus Katalog													
8 ECTS					8 ECTS					8 ECTS					6 ECTS									

Teilzeitvariante

Masterstudiengang: Energiesysteme																								
Sem.	1. SWS	2. SWS	3. SWS	4. SWS	5. SWS	6. SWS	7. SWS	8. SWS	9. SWS	10. SWS	11. SWS	12. SWS	13. SWS	14. SWS	15. SWS	16. SWS	17. SWS	18. SWS	19. SWS	20. SWS	21. SWS	22. SWS	23. SWS	24. SWS
6.	MT																				Koll			
	Master Thesis																				Kolloquium			
	26 ECTS																				4 ECTS			
	PA 2						MSA																	
5.	Projektarbeit 2						Masterstudienarbeit																	
	6 ECTS						14 ECTS																	
4.	WP 3						WP 4						PA 1											
	Wahlpflichtmodul(e) 3						Wahlpflichtmodul(e) 4						Projektarbeit 1											
	aus Katalog						aus Katalog						6 ECTS											
3.	WP 1						WP 2																	
	Wahlpflichtmodul(e) 1						Wahlpflichtmodul(e) 2																	
	aus Katalog						aus Katalog																	
2.	TE						PM 2																	
	Pflichtmodul						Pflichtmodul 2																	
	Theoretische Elektrotechnik						ES, AT, AS, EW																	
1.	HM						PM 1																	
	Pflichtmodul						Pflichtmodul 1																	
	Höhere Mathematik						ES, AT, AS, EW																	
	8 ECTS						8 ECTS																	

Anmerkung: Die Angaben im Modulhandbuch zum Studienverlauf beziehen sich auf die Vollzeitvariante. Sie gelten für die Teilzeitvariante entsprechend.

Semester	#	Kürzel	Bezeichnung	Leistungspunkte	Vorlesung in SWS	Übung in SWS	Praktikum in SWS	Seminar in SWS	Workload			Fachsemester bei Vollzeitstudium	
									Arbeitsaufwand im Semester in h	davon Kontaktzeit in h	davon Selbststudium in h		
1 bzw. 2	1	HM	Höhere Mathematik	8	4	2	0	0	240	72	168	1 bzw. 2	
			Vorlesung/Übung	8	4	2	0	0	240	72	168	1 bzw. 2	
	2	TE	Theoretische Elektrotechnik	8	4	2	0	0	240	72	168	1 bzw. 2	
			Vorlesung/Übung	8	4	2	0	0	240	72	168	1 bzw. 2	
	3	PM1	Pflichtmodul 1	8	4	2	0	0	240	72	168	1 bzw. 2	
			Vorlesung/Übung	8	4	2	0	0	240	72	168	1 bzw. 2	
	4	PM2	Pflichtmodul 2	8	4	2	0	0	240	72	168	1 bzw. 2	
			Vorlesung/Übung	8	4	2	0	0	240	72	168	1 bzw. 2	
	<b>Wahlmöglichkeit für Pflichtmodul PM1 und PM2 aus den folgenden 4 Wahlpflichtmodulen:</b>												
		ES	Energiesystemtechnik	8	4	2	0	0	240	72	168	1 bzw. 2	
			Ausgleichsvorgänge und NetZRückwirkungen	4	2	1	0	0	120	36	84	1 bzw. 2	
			Transport- und Verteilnetzsysteme	4	2	1	0	0	120	36	84	1 bzw. 2	
		AT	Antriebssystemtechnik	8	4	2	0	0	240	72	168	1 bzw. 2	
			Leistungselektronische und elektromechanische Systeme	4	2	1	0	0	120	36	84	1 bzw. 2	
			Regelsysteme	4	2	1	0	0	120	36	84	1 bzw. 2	
		AS	Automatisierung und Sensorik	8	4	2	0	0	240	72	168	1 bzw. 2	
			Industrieelektronik und Automatisierungstechnik	4	2	1	0	0	120	36	84	1 bzw. 2	
			Messsysteme und Sensoren	4	2	1	0	0	120	36	84	1 bzw. 2	
		EW	Energiewirtschaft	8	4	2	0	0	240	72	168	1 bzw. 2	
			Energiebetriebswirtschaft	4	2	1	0	0	120	36	84	1 bzw. 2	
		Energieanwendungsmanagement	4	2	1	0	0	120	36	84	1 bzw. 2		
	5	WP1	Wahlmodul 1 aus Katalog	8	4	2	0	0	240	72	168	1 bzw. 2	
			Vorlesung/Übung	8	4	2	0	0	240	72	168	1 bzw. 2	
	6	WP2	Wahlmodul 2 aus Katalog	8	4	2	0	0	240	72	168	1 bzw. 2	
			Vorlesung/Übung	8	4	2	0	0	240	72	168	1 bzw. 2	
	7	PA1	Projektarbeit 1	6	0	0	0	0	180	30	150	1 bzw. 2	
			Praktische Arbeit	6	0	0	0	0	180	30	150	1 bzw. 2	
	8	PA2	Projektarbeit 2	6	0	0	0	0	180	30	150	1 bzw. 2	
			Praktische Arbeit	6	0	0	0	0	180	30	150	1 bzw. 2	
3	9	WP3	Wahlmodul 3 aus Katalog	8	4	2	0	0	240	72	168	3	
			Vorlesung/Übung	8	4	2	0	0	240	72	168	3	
	10	WP4	Wahlmodul 4 aus Katalog	8	4	2	0	0	240	72	168	3	
			Vorlesung/Übung	8	4	2	0	0	240	72	168	3	
	11	MSA	Masterstudienarbeit	14	0	0	0	0	420	20	400	3	
			Praktische Arbeit	14	0	0	0	0	420	20	400	3	

		<b>Katalog für Wahlmodul WP1 bis 4:</b>										
1, 2 oder 3	IAS	Intelligente Antriebssysteme	8	4	2	0	0	240	72	168	1, 2 oder 3	
		Elektronische Antriebe	4	2	1	0	0	120	36	84	1, 2 oder 3	
		Moderne Antriebssteuerungen	4	2	1	0	0	120	36	84	1, 2 oder 3	
	IES	Industrieelekt. und Simulation	8	4	2	0	0	240	72	168	1, 2 oder 3	
		Echtzeitsimulation   Hardware in the Loop	4	2	1	0	0	120	36	84	1, 2 oder 3	
		Hardware Programmierung	4	2	1	0	0	120	36	84	1, 2 oder 3	
	ENT	Energieübertragungstechnik	8	4	2	0	0	240	72	168	1, 2 oder 3	
		Technologie des Energietransports	4	2	1	0	0	120	36	84	1, 2 oder 3	
		Netzregelung	4	2	1	0	0	120	36	84	1, 2 oder 3	
	EAU	Energieautomation	8	4	2	0	0	240	72	168	1, 2 oder 3	
		Netzführung	4	2	1	0	0	120	36	84	1, 2 oder 3	
		Sekundärtechnik und Netzautomation	4	2	1	0	0	120	36	84	1, 2 oder 3	
	HES	Hybride Energiesysteme	8	4	2	0	0	240	72	168	1, 2 oder 3	
		Microgrids	4	2	1	0	0	120	36	84	1, 2 oder 3	
		AC DC- Systeme	4	2	1	0	0	120	36	84	1, 2 oder 3	
	CMP	Control. u. Managementplanspiel	8	4	2	0	0	240	72	168	1, 2 oder 3	
		Controlling	4	2	1	0	0	120	36	84	1, 2 oder 3	
		Managementplanspiel	4	2	1	0	0	120	36	84	1, 2 oder 3	
	DES	Dezentrale Energiesysteme	8	4	2	0	0	240	72	168	1, 2 oder 3	
		Wirtschaft dezentraler Systeme	4	2	1	0	0	120	36	84	1, 2 oder 3	
	Energieeinspeise- und Speichersysteme	4	2	1	0	0	120	36	84	1, 2 oder 3		
ITS	IT-Sicherheit	8	4	2	0	0	240	72	168	1, 2 oder 3		
	IT-Sicherheit in Energienetzen	4	2	1	0	0	120	36	84	1, 2 oder 3		
	Robuste Datensysteme	4	2	1	0	0	120	36	84	1, 2 oder 3		
4	12	MT	Master Thesis	26	0	0	0	780	0	780	4	
			Thesis	26	0	0	0	780	0	780	4	
	13	KQ	Kolloquium	4	0	0	0	120	0	120	4	
			Kolloquium	4	0	0	0	120	0	120	4	

Höhere Mathematik					
Kürzel	Workload in h	Credits	Fachsemester	Häufigkeit	Dauer
HM	240	8	1 bzw. 2	Wintersem.	1 Semester
1	<b>Lehrveranstaltungen</b>			<b>Kontaktzeit in h</b>	<b>Selbststudium in h</b>
	Vorlesung/Übung			72	168
2	<b>Lernergebnisse (learning outcomes)/Kompetenzen</b>				
	<p>Nach Abschluss dieses Moduls können die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- wichtige Definitionen und Sätze der komplexen Differentialrechnung wiedergeben und in Beispielen nachprüfen und anwenden;</li> <li>- komplexe Integrale berechnen sowie uneigentliche reelle Integrale mittels Residuensatz berechnen;</li> <li>- den praktischen Nutzen der Theorie komplexer Funktionen für Anwendungen in der Elektrotechnik erkennen;</li> <li>- die Differentialoperatoren Gradient, Divergenz und Rotation anwenden und anschaulich ingenieurmäßig interpretieren;</li> <li>- die Integraltheoreme von Gauss und Stokes anwenden und anschaulich interpretieren und konkret auf Flußberechnungen anwenden.</li> </ul> <p>Die Studierenden erwerben die Kompetenz, Probleme aus der Höheren Mathematik, die über den Pflichtstoff Mathematik I und Mathematik II hinausgehen, zu erfassen, mathematisch zu formulieren und zu lösen. Sie können ihr mathematisches Wissen auf technische Fragestellungen anwenden und analytisch lösen. Der Umgang und die gewonnene Vertrautheit mit mathematischen Methoden und Denkweisen führt zum Erwerb von Kompetenzen, die die Studierenden weit über rein fachliche Aspekte hinaus helfen. Sie erlernen strukturierte und logische Problemanalyse- und Problemlösungstechniken sowie kritisches umfassendes Hinterfragen. Dies gehört zu den Schlüsselkompetenzen im Ingenieurinnenberuf.</p>				
3	<b>Inhalte</b>				
<p>Komplexe Funktionen          Grenzwerte und Stetigkeit komplexer Funktionen          Komplexe Differenzierbarkeit          Holomorphe Funktionen          Cauchy-Riemannsche Differentialgleichungen          Komplexe Integration          Komplexe Kurvenintegrale          Satz von Cauchy          Laurentreihen          Residuensatz und Anwendungen          Skalare/Vektorfelder          Gradient/Divergenz/Rotation          Gaußscher und Stokescher Integralsatz          Anwendungsbeispiele</p>					

4	<p><b><u>Lehrformen</u></b>  Eine Vorlesung vermittelt die wesentlichen Kenntnisse der Funktionentheorie und Vektoranalysis. Die Vermittlung der theoretischen Grundlagen wird durch zahlreiche Beispiele und Aufgaben/Kontrollfragen unterstützt. In den Übungen beschäftigen sich die Studierenden selbstständig mit der Lösung von Aufgaben.</p>
5	<p><b><u>Teilnahmevoraussetzungen</u></b>  Formal gelten die Vorgaben der jeweils gültigen Prüfungsordnung  Inhaltlich: Mathematik I + Mathematik II (aus Bachelorstudiengang)</p>
6	<p><b><u>Prüfungsformen</u></b>  Klausur</p>
7	<p><b><u>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</u></b>  Modulprüfung muss bestanden sein</p>
8	<p><b><u>Verwendung des Moduls</u></b>  MA Energiesysteme</p>
9	<p><b><u>Stellenwert der Note für die Endnote</u></b>  5,33%</p>
10	<p><b><u>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r</u></b>  Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Annette Zacharias  hauptamtlich Lehrende/r: Dr. rer.nat. Wolfgang Zacharias  Prof. Dr. Annette Zacharias</p>
11	<p><b><u>Literatur</u></b>  Papula, Lothar : Mathematik für Ingenieure und Naturwissenschaftler, Band 2, Springer Vieweg, 2015 (14. Auflage), ISBN 978-3-658-07789-1  Papula, Lothar : Mathematik für Ingenieure und Naturwissenschaftler, Band 3, Springer Vieweg, 2016 (7. Auflage), ISBN 978-3-658-11923-2  Papula, Lothar : Mathematik für Ingenieure und Naturwissenschaftler - Anwendungsbeispiele, Springer Vieweg, 2015 (7. Auflage), ISBN 978-3-658-10106-0  Hoffmann, Armin; Marx, Bernd; Vogt, Werner : Mathematik für Ingenieure 2, Pearson Studium, 2006 (1. Auflage), ISBN 3-8273-7114-7  Feynman, Richard P. : Band II/Elektromagnetismus und Materie, De Gruyter Oldenbourg, 2007 (5. Auflage), ISBN 978-3-486-58107-2</p>
12	<p><b><u>Anmerkung</u></b>  -</p>

Theoretische Elektrotechnik					
Kürzel	Workload in h	Credits	Fachsemester	Häufigkeit	Dauer
TE	240	8	1 bzw. 2	Sommersem.	1 Semester
1	<b>Lehrveranstaltungen</b>			<b>Kontaktzeit in h</b>	<b>Selbststudium in h</b>
	Vorlesung/Übung			72	168
2	<b>Lernergebnisse (learning outcomes)/Kompetenzen</b>				
	<p>Beherrschung feldtheoretischer Zusammenhänge über die Maxwell'schen Gleichungen, EM-Felder, Streuparameter und die wesentlichen analytischen Lösungsmethoden.</p> <p>Es kann der Zusammenhalt zwischen verschiedenen elektrotechnischen Fachgebieten, ihre Begründung sowie ihre Grenzen verstanden und herstellen werden.</p> <p>Fähigkeit zur Kommunikation und Zusammenarbeit mit Wissenschaftlern und Fachkräften im Bereich der Elektrotechnik.</p>				
3	<b>Inhalte</b>				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Grundlagen und Methoden der klassischen Feldtheorie der elektromagnetischen Wechselwirkung</li> <li>- Maxwell'sche Gleichungen in Differential- und Integralform, Randbedingungen, Wellengleichungen und ihre Lösungen</li> <li>- Leitungstheorie, praktische Leitungstypen, Streuparameter, Hochfrequenzschaltungen, Dipolantennen, Strahlungsfelder, Wellenausbreitung in komplexen Umgebungen</li> <li>- Numerische Verfahren zur Lösung elektromagnetischer Feldprobleme</li> <li>- Grundlagen nichtlinearer Systeme</li> </ul>				



4	<b><u>Lehrformen</u></b> Vorlesung/seminaristische Veranstaltung und Übung.
5	<b><u>Teilnahmevoraussetzungen</u></b> Formal gelten die Vorgaben der jeweils gültigen Prüfungsordnung Inhaltlich:
6	<b><u>Prüfungsformen</u></b> Klausur
7	<b><u>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</u></b> Modulprüfung muss bestanden sein
8	<b><u>Verwendung des Moduls</u></b> MA Energiesysteme
9	<b><u>Stellenwert der Note für die Endnote</u></b> 5,33%
10	<b><u>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r</u></b> Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Nick Raabe hauptamtlich Lehrende/r: Prof. Dr. Nick Raabe
11	<b><u>Literatur</u></b> K. Küpfmüller et al., Theoretische Elektrotechnik, Springer, 2013 P. Leuchtmann, Einführung in die elektromagnetische Feldtheorie, Pearson, 2005 Schwab, Begriffswelt der Feldtheorie, Springer, Berlin, Heidelberg 2002 S. Blume, Theorie elektromagnetischer Felder, Hüthig, 1988 N. Ida, Engineering Electromagnetics, Springer, 2004 J. Kraus, D. Fleisch, Electromagnetics with applications, McGraw Hill, 1999 D. Fleisch, A Student's Guide to Maxwell's Equations, Cambridge University Press, 2011. K. Simonyi: Theoretische Elektrotechnik. J.A. Barth Verlag, Leipzig 1993. E. Philippow: Theoretische Elektrotechnik, Kap. 1, Bd. 1, In: Taschenbuches Elektrotechnik in 6 Bänden, 3. Aufl.(1986) Verlag Technik Berlin
12	<b><u>Anmerkung</u></b> -

<b>Energiesystemtechnik</b>					
<b>Kürzel</b>	<b>Workload in h</b>	<b>Credits</b>	<b>Fachsemester</b>	<b>Häufigkeit</b>	<b>Dauer</b>
ES	240	8	1 bzw. 2	Wintersem.	1 Semester
	<b>Lehrveranstaltungen</b>			<b>Kontaktzeit in h</b>	<b>Selbststudium in h</b>
1	Ausgleichsvorgänge und Netzurückwirkungen			36	84
	Transport- und Verteilnetzsysteme			36	84
2	<p><b>Lernergebnisse (learning outcomes)/Kompetenzen</b></p> <p>Die Studierenden verfügen über vertiefte theoretische Kenntnisse der Merkmale von Energiesystemen und haben diese basierend auf den Grundkenntnissen in ihren Zusammenhängen verstanden. Die Studierenden können dieses Wissen auf konkrete Auslegungsplanungen und Systemsimulationen übertragen. Als wesentliche Qualifikation haben sie die Fähigkeit, Gesamtaspekte von leitungsgebundenen Energiesystemen mit dem Ziel eines Systemoptimums bezüglich Stabilität, Zuverlässigkeit und Energiequalität einordnen und bewerten zu können.</p>				
3	<p><b>Inhalte</b></p> <p>In der Veranstaltung „Ausgleichsvorgänge und Netzurückwirkungen“ werden die transienten Verläufe elektromagnetischer Größen im Netz als Folge von Schalthandlungen, Blitzeinschlägen und Kurzschlüssen analysiert. Systemtheoretisch geht es um Anregungsfunktionen und die zugehörigen Impulsantworten energietechnischer Netze. Bei den Netzurückwirkungen werden die Entstehung von Oberschwingungen und deren Auswirkungen auf das Netz dargestellt. Maßnahmen zur Verringerung der Netzurückwirkung und zur Verbesserung der Spannungsqualität werden behandelt.</p> <p>In der Veranstaltung „Transport- und Verteilnetzsysteme“ werden netztechnische Aufgabenstellungen und Problemaspekte mit Hilfe von Planungswerkzeugen und Simulationen betrachtet und vertieft. Themen sind Lastfluss-, Kurzschluss-, Zuverlässigkeits- und Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen von Netzkonzepten aller Spannungsebenen. Außerdem werden die Auswirkungen der Energiewende auf die Netztechnik und den Netzbetrieb im Transport- und Verteilnetzbereich anhand realer Netzbeispiele von den Studierenden eigenständig untersucht.</p>				

4	<b><u>Lehrformen</u></b> Seminaristische Veranstaltung, Simulationsrechnungen (Neplan, Netomac, EMTP, Simplorer oder MicroCap)
5	<b><u>Teilnahmevoraussetzungen</u></b> Formal gelten die Vorgaben der jeweils gültigen Prüfungsordnung Inhaltlich:
6	<b><u>Prüfungsformen</u></b> Klausur oder mündliche Prüfung (je nach Teilnehmerzahl und in Absprache mit dem ganzen Kurs)
7	<b><u>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</u></b> Modulprüfung muss bestanden sein
8	<b><u>Verwendung des Moduls</u></b> MA Energiesysteme
9	<b><u>Stellenwert der Note für die Endnote</u></b> 5,33%
10	<b><u>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r</u></b> Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Georg Harnischmacher hauptamtlich Lehrende/r: Prof. Dr. Stefan Kempen Prof. Dr. Georg Harnischmacher
11	<b><u>Literatur</u></b> Miri, A.M.: Ausgleichsvorgänge in Elektroenergiesystemen Springer-Verlag, Berlin 2000 Hormann, W ; Just, W. ; Schlabbach, J. ; Cichowski, R. R. (Hrsg.) Netzrückwirkungen, Anlagentechnik für elektrische Verteilungsnetze, 3. Auflage 2008 Flosdorff, R.; Hilgarth, G.: Elektrische Energieverteilung, 9. Auflage, Vieweg+Teubner Verlag Wiesbaden, 2008 Heuck, K.; Dettmann, K.-D.; Schulz, D.: Elektrische Energieversorgung, 8. Auflage, Vieweg+Teubner Verlag Wiesbaden, 2010 Oeding, D.; Oswald, B.R.: Elektrische Kraftwerke und Netze, 6. Auflage, Springer-Verlag Berlin, 2004 Schlabbach, J.: Elektroenergieversorgung, 3. Auflage, VDE-Verlag Berlin, 2009
12	<b><u>Anmerkung</u></b> -

<b>Antriebssystemtechnik</b>					
<b>Kürzel</b>	<b>Workload in h</b>	<b>Credits</b>	<b>Fachsemester</b>	<b>Häufigkeit</b>	<b>Dauer</b>
AT	240	8	1 bzw. 2	Wintersem.	1 Semester
1	<b>Lehrveranstaltungen</b>			<b>Kontaktzeit in h</b>	<b>Selbststudium in h</b>
	Leistungselektronische und elektromechanische Systeme			36	84
	Regelsysteme			36	84
2	<b><u>Lernergebnisse (learning outcomes)/Kompetenzen</u></b>				
	Die Studierenden verfügen über vertiefte theoretische Kenntnisse der Merkmale von leistungselektronischen und elektromechanischen Systemen sowie von Regelsystemen und haben diese basierend auf den Grundkenntnissen in ihren Zusammenhängen verstanden.				
3	<b><u>Inhalte</u></b>				
	<p>Leistungselektronische und elektromechanische Systeme:  In der Lehrveranstaltung „Leistungselektronische und elektromechanische Systeme“ werden die Dimensionierung und der Einsatz elektromechanischer Antriebssysteme und die Wechselwirkungen der einzelnen Komponenten untereinander untersucht. Themen sind elektrische Maschinen, mechanische Elemente, leistungselektronische Komponenten und Regler, die mittels Entwurfsmethoden, Planungswerkzeugen und Software-Tools identifiziert, analysiert und simuliert werden. Praktische Untersuchungen ergänzen und vertiefen die Lehrinhalte.</p> <p>Inhalt:  - Elektrische und mechanische Komponenten eines Antriebssystems  - Planungs- und Entwurfsmethoden  - Anwendungsorientierte Dimensionierung von Antriebssystemen  - Netzzrückwirkung und Wechselwirkung der Komponenten</p> <p>Regelsysteme:  In der Lehrveranstaltung „Regelsysteme“ werden die Grundlagen der Regelungstechnik kurz wiederholt und die Regelungstheorie für Mehrgrößensysteme behandelt. Themen sind Zustandsraumdarstellung, Zustandsregler und -beobachter sowie deren Entwürfe, Anwendungen und Implementierungen, die an ausgewählten praktischen Beispielen diskutiert und rechnergestützt simuliert werden.</p> <p>Inhalte:  - Beschreibungsformen und Eigenschaften dynamischer Systeme  - Stabilitätskriterien  - Entwurf von Zustandsregelung und -beobachtung  - Implementierung beobachterbasierter Zustandsregelung  - Anwendungsbeispiele</p>				

4	<b><u>Lehrformen</u></b> Seminaristische Veranstaltung, Praktische messtechnische Untersuchungen an elektrischen Antrieben, Simulationsrechnungen (EMTP, Simplorer oder MicroCap) als Rechnerpraktikum.
5	<b><u>Teilnahmevoraussetzungen</u></b> Formal gelten die Vorgaben der jeweils gültigen Prüfungsordnung Inhaltlich:keine
6	<b><u>Prüfungsformen</u></b> Klausur oder mündliche Prüfung (je nach Teilnehmerzahl und in Absprache mit dem ganzen Kurs)
7	<b><u>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</u></b> Modulprüfung muss bestanden sein
8	<b><u>Verwendung des Moduls</u></b> MA Energiesysteme
9	<b><u>Stellenwert der Note für die Endnote</u></b> 5,33%
10	<b><u>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r</u></b> Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Bernd Runge hauptamtlich Lehrende/r: Prof. Dr. Yan Liu Prof. Dr. Bernd Runge
11	<b><u>Literatur</u></b> Specovius, J.: Grundkurs Leistungselektronik, Bauelemente, Schaltungen und Systeme, 2. Auflage, Vieweg+Teubner Verlag Wiesbaden, 2008 Brosch, P. F.: Moderne Stromrichterantriebe, 5. Auflage, Vogel Buchverlag Würzburg, 2008 Riefenstahl, U.: Elektrische Antriebssysteme, 2. Auflage, Vieweg+Teubner Verlag Wiesbaden, 2006 Kremser, A.: Elektrische Maschinen und Antriebe, 3. Auflage, Vieweg+Teubner Verlag Wiesbaden, 2008 Zacher, S.; Reuter, M.: Regelungstechnik für Ingenieure, 13. Auflage, Vieweg+Teubner Verlag Wiesbaden, 2011 Unbehauen, Heinz: Regelungstechnik I Unbehauen, Heinz: Regelungstechnik II Unbehauen, Heinz: Regelungstechnik III Föllinger, Otto: Regelungstechnik
12	<b><u>Anmerkung</u></b> -

Automatisierung und Sensorik					
Kürzel	Workload in h	Credits	Fachsemester	Häufigkeit	Dauer
AS	240	8	1 bzw. 2	Sommersem.	1 Semester
1	<b>Lehrveranstaltungen</b>			<b>Kontaktzeit in h</b>	<b>Selbststudium in h</b>
	Industrieelektronik und Automatisierungstechnik			36	84
	Messsysteme und Sensoren			36	84
2	<b>Lernergebnisse (learning outcomes)/Kompetenzen</b>				
	<p>Die Studierenden sind mit dem Aufbau, der Funktion und den Anforderungen elektronischer Systeme im Bereich der Automatisierungstechnik vertraut. Sie wissen wie Informationen in der Automatisierungstechnik erfasst, aufbereitet, ausgewertet und weitergegeben werden. Sie kennen Komponenten zur Automatisierung von Produktionsanlagen und sind in der Lage, deren Zusammenspiel und deren Kommunikation untereinander zu verstehen.</p> <p>Darüber hinaus können sie Problemstellungen der Fertigungsmesstechnik analysieren und grundlegende Lösungen hierfür entwickeln. Sie kennen dafür unterschiedliche Messprinzipien und Sensorsysteme, sowie Verfahren zur Steigerung der Auflösung und Genauigkeit der Messgrößen und können diese anwenden. Die Studierenden sind in der Lage, technische Problemstellungen eigenständig und in Kleingruppen zu analysieren, zu diskutieren und die Ergebnisse zu präsentieren. Sie kennen unterschiedliche Kommunikationsarten und Präsentationstechniken und können diese in der beruflichen Praxis anwenden.</p>				
3	<b>Inhalte</b>				
	<p>Veranstaltung Industrieelektronik und Automatisierungstechnik:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Systeme und Komponenten der Automatisierungstechnik</li> <li>- Anforderungen an elektronische Komponenten in der Automatisierungstechnik</li> <li>- Industrielle Kommunikation und Interfaces (z.B. AS-Interface, Profibus, IO-Link)</li> <li>- Systeme der Sicherheitstechnik (z.B. Sicherheitslichtvorhänge, -gitter)</li> <li>- Anforderungen an sicherheitsgerichtete Komponenten</li> <li>- Identifikationssysteme (z.B. RFID, Codeleser)</li> <li>- Risikoanalyse in der Elektronik und Automatisierungstechnik (z.B. Failure Modes and Effects Analysis; FMEA),</li> </ul> <p>Veranstaltung Messsysteme und Sensoren:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Wichtige Grundbegriffe und Verfahren der Fertigungsmesstechnik</li> <li>- Grundprinzipien der analogen und digitalen Verarbeitung von Sensorsignalen</li> <li>- Komponenten der Signalaufbereitung und -wandlung</li> <li>- Aufbau und Funktion ausgewählter Messsysteme der Automatisierungstechnik (z.B. Zustandsüberwachung von Maschinen, Motion Control)</li> <li>- Verfahren zur Genauigkeitssteigerung (Kalibration und Referenzierung von Messsignalen)</li> <li>- Kombination von Sensoren (Sensorfusion)</li> <li>- Systeme der industriellen Bildverarbeitung</li> <li>- Integrierte Mikrosensoren / MEMS</li> </ul>				

4	<p><b><u>Lehrformen</u></b> Seminaristische Veranstaltung mit Anwendungsbeispielen aus der industriellen Praxis. Ausgesuchte Fachinhalte werden von den Studierenden eigenständig erarbeitet und in praxisrelevanter Form (z.B. Team-Meeting, Online-Meeting) präsentiert. Das erlernte Fach- und Methodenwissen wird in Übungen durch geeignete Problemstellungen und Aufgaben weiter vertieft.</p>
5	<p><b><u>Teilnahmevoraussetzungen</u></b> Formal gelten die Vorgaben der jeweils gültigen Prüfungsordnung Inhaltlich:</p>
6	<p><b><u>Prüfungsformen</u></b> Klausur oder mündliche Prüfung (je nach Teilnehmerzahl und in Absprache mit dem ganzen Kurs)</p>
7	<p><b><u>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</u></b> Modulprüfung muss bestanden sein</p>
8	<p><b><u>Verwendung des Moduls</u></b> MA Energiesysteme</p>
9	<p><b><u>Stellenwert der Note für die Endnote</u></b> 5,33%</p>
10	<p><b><u>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r</u></b> Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Holger Kraft hauptamtlich Lehrende/r: Prof. Dr. Miachael Karagounis Prof. Dr. Holger Kraft</p>
11	<p><b><u>Literatur</u></b> Gevatter, Hans-Jürgen: Handbuch der Mess- und Automatisierungstechnik in der Produktion, Springer Verlag Heinrich, Berthold: Grundlagen Automatisierung, Springer Verlag Hesse, Stefan: Sensoren für die Prozess- und Fabrikautomation, Springer Verlag Hompel, Michael: Identifikationssysteme und Automatisierung, Springer Verlag Keferstein, Claus P.: Fertigungsmesstechnik, Springer Verlag Schnell, Gerhard: Bussysteme in der Automatisierungs- und Prozesstechnik, Vieweg+Teubner Verlag Werdich, Martin: FMEA - Einführung und Moderation, Vieweg+Teubner Verlag Wratil, Peter; Kieviet, Michael: Sicherheitstechnik für Komponenten und Systeme; VDE Verlag Diverse Datenblätter und Application Notes der Hersteller</p>
12	<p><b><u>Anmerkung</u></b> -</p>

Energiewirtschaft					
Kürzel EW	Workload in h 240	Credits 8	Fachsemester 1 bzw. 2	Häufigkeit Sommersem.	Dauer 1 Semester
1	<b>Lehrveranstaltungen</b>			<b>Kontaktzeit in h</b>	<b>Selbststudium in h</b>
	Energiebetriebswirtschaft			36	84
	Energieanwendungsmanagement			36	84
2	<b><u>Lernergebnisse (learning outcomes)/Kompetenzen</u></b>				
	<p>Energiebetriebswirtschaft: Die Studierenden kennen das Grundlagenwissen der modernen Betriebswirtschaft und können dieses unter anderem auf die Anforderungen der Energiewirtschaft anwenden. Sie kennen und verstehen Kosten- und Leistungsrechnung und den Aufbau von Planungsrechnungen im Unternehmen. Die Grundzüge des betrieblichen Rechnungswesens (GuV, Bilanz, Cash Flow) sind den Studierenden geläufig und können analysiert werden.</p> <p>Energieanwendungsmanagement: Die Studierenden sollen die Ziele und Methoden des Energiemanagements im Bereich der Energieanwendungstechnik kennen und in die Lage versetzt werden, selbstständig zu entscheiden, welche Methode der Kostenkalkulation jeweils am besten geeignet ist, um die Energie- und Kosteneffizienz von Maßnahmen zur Energieeinsparung zu bewerten, und diese Methoden auch anwenden können.</p>				



**Inhalte****Energiebetriebswirtschaft:**

Nach einem Überblick über die allgemeinen betriebswirtschaftlichen Grundlagen und die Abläufe in Betrieben werden die Besonderheiten der Energieversorgung, u.a. Leitungsgebundenheit und fehlende Produktdifferenzierung der Commodity Strom, diskutiert. Kosten und Leistungsrechnung (Kostenarten, Kostenstellen und Kostenträgerrechnung) werden behandelt. Betriebswirtschaftliche Planungen mit Gewinn- und Verlustrechnung, Bilanz, Cash-Flowrechnungen und Kennziffern zur Steuerung werden behandelt. Zudem werden betriebswirtschaftliche, aber auch volkswirtschaftliche Modelle vertieft, sofern sie eine besondere Bedeutung für die Energiewirtschaft haben (Bsp.: Angebot/ Nachfrage -> Merit Order, ...). Außerdem werden immer aktuelle Geschehnisse aus der Energiewirtschaft in den aktuellen Lehrstoff einbezogen (bsp.: Kernenergieausstieg, Erhöhung EEG-Umlage,...) und deren betriebs- und volkswirtschaftlichen Auswirkungen diskutiert und beleuchtet.

**Energieanwendungsmanagement:****Vorlesung:**

- Zusammenhang von Energieerzeugung und Energieanwendung
- Ökologische Aspekte der Energieanwendung
- 3 - Reduktion des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes: Ziele und Maßnahmen
- Kennziffern und Begriffe
- Energiemanagementsysteme nach DIN EN ISO 50001
- Messtechnik für Energiebedarf
- Lastmanagement
- Energiebilanzen
- Prozessanalyse
- Physikalischer Mindestbedarf für Energie
- Beispiele für Energieeinsparungen
- Wirtschaftlichkeitsberechnung von Energiesparmaßnahmen
- Energie-Contracting
- Kosteneffizienz energiesparender Beleuchtung

**Übungen:**

- Abschätzung von Auswirkungen des Energieverbrauchs
- Energiebedarfsberechnung
- Berechnung der Kosteneffizienz

4	<b><u>Lehrformen</u></b> Seminaristische Vorlesungen mit Übungen.
5	<b><u>Teilnahmevoraussetzungen</u></b> Formal gelten die Vorgaben der jeweils gültigen Prüfungsordnung Inhaltlich:
6	<b><u>Prüfungsformen</u></b> Klausur oder mündliche Prüfung (je nach Teilnehmerzahl und in Absprache mit dem ganzen Kurs)
7	<b><u>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</u></b> Modulprüfung muss bestanden sein
8	<b><u>Verwendung des Moduls</u></b> MA Energiesysteme
9	<b><u>Stellenwert der Note für die Endnote</u></b> 5,33%
10	<b><u>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r</u></b> Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Udo Gieseler hauptamtlich Lehrende/r: Dipl.-Ing. Jens Schmidt Prof. Dr. Udo Gieseler
11	<b><u>Literatur</u></b> Bartsch, M.; Röhling, H.; Salje, P.; Scholz, U.: Stromwirtschaft: Ein Praxishandbuch, Carl Heymanns Verlag, 2008 Burghardt, M.: Projektmanagement, Siemens, 8. Auflage, 2008 Däumler, K.-D.; Gräbe, J.: Kostenrechnung 1-3, NWB Verlag, 2013 Döring, U.; Buchholz, R.: Buchhaltung und Jahresabschluss: mit Aufgaben und Lösungen, Erich Schmidt Verlag, 2013 Haberstock, L.; Breithecker, V.: Kostenrechnung I., 13. Auflage, Erich Schmidt Verlag, Wiesbaden 2008 Haberstock, L.; Breithecker, V.: Kostenrechnung II., (Grenz-) Plankostenrechnung, 10. Auflage, Erich Schmidt Verlag, Wiesbaden 2008 Homepage der Lehrveranstaltung / Elearning Plattform ILIAS mit Studienmaterial (Skripte, Präsentationen, Standards, Internetquellen, case studies, ... ) Hutzschenreuther, Th.: Allgemeine Betriebswirtschaftslehre: Grundlagen mit zahlreichen Praxisbeispielen, Springer Gabler, 6. Aufl., 2015 Kerzner, H.: Project Management, 10th Edition, 2009 PMI: Project Management Body of Knowledge (PMBOK), 4. Auflage, 2008 Schelle, H.; Ottmann, R.; Pfeifer, A.: Projektmanager, GPM, 2005 Thommsen, J.-P.; Achleitner, A.-K.: Allgemeine Betriebswirtschaftslehre: Umfassende Einführung aus managementorientierter Sicht, 7. Auflage, Springer Gabler, 2012 Wanke, A.; Trenz, S.: Energiemanagement für mittelständische Unternehmen, Fachverlag Deutscher Wirtschaftsdienst, Köln (2001) Rudolph, M.; Wagner, U.: Energieanwendungstechnik, Springer, Berlin (2008) Blesl, Kessler: Energieeffizienz in der Industrie, Springer, Berlin (2013) Bernd Schieferdecker (Hrsg.): Energiemanagement-Tools, Springer, Berlin (2006) Bemann, U.; Schädlich, S.; (Hrsg.): Contracting Handbuch 2003, Fachverlag Deutscher Wirtschaftsdienst, Köln (2003) Deutsches Institut für Normung: DIN EN ISO 50001: Energiemanagementsysteme –Anforderungen mit Anleitung zur Anwendung, Beuth Verlag, Berlin (2011)
12	<b><u>Anmerkung</u></b> -

Intelligente Antriebssysteme					
Kürzel	Workload in h	Credits	Fachsemester	Häufigkeit	Dauer
IAS	240	8	1, 2 oder 3	Sommersem.	1 Semester
1	<b>Lehrveranstaltungen</b>			<b>Kontaktzeit in h</b>	<b>Selbststudium in h</b>
	Elektronische Antriebe			36	84
	Moderne Antriebssteuerungen			36	84
2	<b>Lernergebnisse (learning outcomes)/Kompetenzen</b>				
	Die Studierenden verfügen über vertiefte theoretische und praktische Kenntnisse zur Entwicklung, Dimensionierung und Programmierung moderner elektronischer Antriebe in der Antriebs- und Automatisierungstechnik. Sie sind befähigt, geeignete Regelalgorithmen auf der Basis der vorhandenen praktischen Aufgabenstellung zu entwickeln und bei der Umsetzung die Eigenschaften der vorhandenen Komponenten zu berücksichtigen.				
3	<b>Inhalte</b>				
	<p>Elektronische Antriebe: In der Lehrveranstaltung „Elektronische Antriebe“ werden modernen elektronische Antriebe in Aufbau und Funktion vorgestellt. Hierbei wird detailliert auf die leistungselektronischen Komponenten eingegangen und die unterschiedlichen Steuer- und Regelmethode der zugehörigen Hardware erklärt. Praktische Untersuchungen, Simulationen und Dimensionierungsbeispiele ergänzen und vertiefen die Lehrinhalte.</p> <p>Inhalte: - Sensoren der Antriebstechnik - Servoregler und Frequenzumrichter - Modellbildung, Pulsmustererzeugung und Regelungsverfahren - Elektronische Antriebe (BLDC, Servomotoren, Schrittmotoren) - Konzepte zur energieeffizienten Nutzung von Antriebssystemen - Anwendungsbeispiele</p> <p>Moderne Antriebssteuerungen: In der Lehrveranstaltung „Moderne Antriebssteuerungen“ werden zunächst verschiedene Regelkreisstrukturen und Auslegungsmethoden, typische Anwendungsprobleme der Regelung mit möglichen Lösungsansätzen behandelt. Danach werden die Anwendungen der Methoden auf Regelung elektrischer Antriebe mit Beispielen ausführlich erklärt und rechnergestützt simuliert.</p> <p>Inhalte: - Regelkreisstrukturen - Typische regelungstechnische Anwendungsprobleme - Drehzahl-, Drehmoment -und Positionsregelung - Regelung der Gleichstrommaschine - Regelverfahren für Drehfeldmaschinen</p>				

4	<b><u>Lehrformen</u></b> Seminaristische Veranstaltung, Praktische messtechnische Untersuchungen an elektronischen Antriebssystemen, Simulationen
5	<b><u>Teilnahmevoraussetzungen</u></b> Formal gelten die Vorgaben der jeweils gültigen Prüfungsordnung Inhaltlich: Besuch der Veranstaltung Antriebssystemtechnik
6	<b><u>Prüfungsformen</u></b> Klausur oder mündliche Prüfung (je nach Teilnehmerzahl und in Absprache mit dem ganzen Kurs)
7	<b><u>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</u></b> Modulprüfung muss bestanden sein
8	<b><u>Verwendung des Moduls</u></b> MA Energiesysteme
9	<b><u>Stellenwert der Note für die Endnote</u></b> 5,33%
10	<b><u>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r</u></b> Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Bernd Runge hauptamtlich Lehrende/r: Prof. Dr. Bernd Runge Prof. Dr. Yan Liu
11	<b><u>Literatur</u></b> Brosch: Moderne Stromrichterantriebe Schröder: Elektrische Antriebe - Regelung von Antriebssystemen Riefenstahl.: Elektrische Antriebssysteme Teigelkötter: Energieeffizient elektrische Antriebe Probst: Servoantriebe in der Automatisierungstechnik Zirn, Weikert: Modellbildung und Simulation hochdynamischer Fertigungssysteme
12	<b><u>Anmerkung</u></b> -

Industrieelekt. und Simulation					
Kürzel	Workload in h	Credits	Fachsemester	Häufigkeit	Dauer
IES	240	8	1, 2 oder 3	Wintersem.	1 Semester
	<b>Lehrveranstaltungen</b>			<b>Kontaktzeit in h</b>	<b>Selbststudium in h</b>
1	Echtzeitsimulation   Hardware in the Loop			36	84
	Hardware Programmierung			36	84
	<b><u>Lernergebnisse (learning outcomes)/Kompetenzen</u></b>				
2	<p>Echtzeitsimulation Hardware in the Loop:  Die Studierenden erhalten Einblick in die Methodik der Modellierung und Simulation von mechatronischen Systemen für den Entwurf und die Verifikation von echtzeitfähigen Steuergeräten. Die Studierenden sind in der Lage Modelle sowohl für die zu regelnde Strecke als auch für die Sensoren und Aktoren des Steuergerätes zu erstellen. Die Studierenden werden in die Verwendung von Industriewerkzeugen eingeführt und befähigt Modelle in Matlab/Simulink einzupflegen und eine Code-Generierung auszuführen. Die Nutzung des Codes in üblichen Simulatoren wird sicher beherrscht.</p>				
	<p>Hardwarenahe Programmierung:  Die Studierenden vertiefen Ihre C/C++ Kenntnisse mit Ausrichtung auf Echtzeitsysteme. Sie verstehen den Einfluss der verwendeten Programmierkonstrukte für die Applikation auf Maschinenbefehlebene. Die Studierende sind Ziele qualitativer Programmierung wie Ressourcenoptimierung, hohe Ausführungsgewindigkeit, garantierte Reaktionszeiten, funktionale Sicherheit und Zuverlässigkeit bewusst und erlernen Methoden um diese Qualitätsmerkmale umzusetzen. Die Studierende lernen übliche Echtzeitbetriebssysteme und ihre Bestandteile kennen und verstehen welches Betriebssystem optimal zur jeweiligen Applikation passt. Sie lernen wie Steuerungs-, Kommunikations- und Überwachungsfunktionen des Betriebssystems gewinnbringend für die Anwendung genutzt werden können.</p>				
3	<b><u>Inhalte</u></b>				
	<p>Echtzeitsimulation Hardware in the Loop:  -Modellierung der Regelstrecke, Sensorik und Aktorik  -Modellerstellung mit MATLAB/Simulink  -Codegenerierung  -Industrielle Simulationstools  Hardwarenahe Programmierung:  -Hardwarenahe Programmierverfahren C/C++  -VHDL Konstrukte für die Signalverarbeitung und Echtzeitsysteme  -Codeoptimierung  -Echtzeitbetriebssysteme  -FPGA, DSP, DSC, ASIC</p>				

4	<b><u>Lehrformen</u></b> Volesung, Übung, Seminar, Praktikum
5	<b><u>Teilnahmevoraussetzungen</u></b> Formal gelten die Vorgaben der jeweils gültigen Prüfungsordnung Inhaltlich:
6	<b><u>Prüfungsformen</u></b> Klausur oder mündliche Prüfung (je nach Teilnehmerzahl und in Absprache mit dem ganzen Kurs)
7	<b><u>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</u></b> Modulprüfung muss bestanden sein
8	<b><u>Verwendung des Moduls</u></b> MA Energiesysteme
9	<b><u>Stellenwert der Note für die Endnote</u></b> 5,33%
10	<b><u>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r</u></b> Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Michael Karagounis hauptamtlich Lehrende/r: Prof. Dr. Michael Karagounis Prof. Dr. Peter Schulz
11	<b><u>Literatur</u></b> M. Schlager, Hardware-in-the-Loop Simulation: A Scalable, Component-based, Time-triggered Hardware-in-the-loop Simulation Framework, VDM Verlag D. Zöbel, Echtzeitsysteme - Grundlagen der Planung, Springer-Verlag A. Ghassemi-Tabrizi, Realzeit-Programmierung, Springer Verlag
12	<b><u>Anmerkung</u></b> -

Energieübertragungstechnik					
Kürzel	Workload in h	Credits	Fachsemester	Häufigkeit	Dauer
ENT	240	8	1, 2 oder 3	Sommersem.	1 Semester
1	<b>Lehrveranstaltungen</b>			<b>Kontaktzeit in h</b>	<b>Selbststudium in h</b>
	Technologie des Energietransports			36	84
	Netzregelung			36	84
2	<b><u>Lernergebnisse (learning outcomes)/Kompetenzen</u></b>				
	Die Studierenden kennen die wesentlichen mit Hochspannung beanspruchten Betriebsmittel des Energietransports und können die aus deren betrieblichen Beanspruchung resultierenden Designmerkmale, insbesondere der Isolier- und Lichtbogenanordnungen, erläutern und begründen. Auf der Grundlage eines eingehenden Verständnisses der grundlegenden Alterungs- und Versagensmechanismen sind die Studierenden in der Lage, Isolier- und Lichtbogenanordnungen zu analysieren, zu optimieren und selbständig oder im Team weiter zu entwickeln. Zur Überprüfung der Lösungen und zur betrieblichen Überwachung können die Studierenden Hochspannungsprüfungen und Diagnoseverfahren vorschlagen. Die Studierenden können die an ausgewählten Betriebsmittelbeispielen erlernten Kenntnisse und Methoden auch auf andere Betriebsmittel übertragen.				
	Die Studierenden verfügen über Kenntnisse zur Wirkung und Rückwirkung von Regelkomponenten und Kompensationseinheiten in Netzen.				
	Sie verfügen über Kenntnisse zur Auslegung und Simulation von Netzregelanlagen. Sie sind in der Lage komplexe Aufgabenstellungen durch eigenständige Wahl geeigneter Hilfsmittel (z.B. Software-Tools MicroCap, Simplorer, NETOMAC oder NEPLAN) zu lösen.				

**Inhalte**

Technologie des Energietransports:

- Betriebsmittel des Energietransports und deren Beanspruchungsarten (AC, DC, Mischbeanspruchung)
- Eigenschaften von Isoliertgasen
- Teilentladungs- und Durchschlagprozesse gasförmiger Isolieranordnungen
- Design und Bemessung äußerer Isolierstrecken am Beispiel von Freiluftisolatoren
- Eigenschaften von Feststoffisolierungen
- Alterungs- und Versagensmechanismen bei Feststoffisolierungen
- Design und Bemessung innerer Isolierstrecken am Beispiel von Gießharz isolierten Wandlern
- Eigenschaften von Isolierflüssigkeiten
- Alterungs- und Versagensmechanismen flüssigkeitsisolierter Isolieranordnungen
- Design und Bemessung der inneren Isolation von Transformatoren
- Physik der Gasentladung und des Lichtbogens
- Lichtbogenmodellierung und Lichtbogenlöschung
- Design und Bemessung von Lichtbogenanordnungen am Beispiel von Trenn-, Last-, und Leistungshaltern, sowie Ableiterfunkenstrecken
- Überwachung und Diagnose der Isolieranordnungen in den Betriebsmitteln

3

Netzregelung:

- Wirkleistungs- und Frequenzregelung
  - Primärregelung
  - Sekundärregelung
  - Verbundbetrieb
- Blindleistungs- und Spannungsregelung
  - Spannungsqualität
  - Generatorregelung
  - Transformatorregelung
  - Kompensatoren
  - STATCOM und SVC
  - Leistungselektronische Bauelemente der Energietechnik



4	<b><u>Lehrformen</u></b> Seminaristische Veranstaltung
5	<b><u>Teilnahmevoraussetzungen</u></b> Formal gelten die Vorgaben der jeweils gültigen Prüfungsordnung Inhaltlich:
6	<b><u>Prüfungsformen</u></b> Klausur oder mündliche Prüfung (je nach Teilnehmerzahl und in Absprache mit dem ganzen Kurs)
7	<b><u>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</u></b> Modulprüfung muss bestanden sein
8	<b><u>Verwendung des Moduls</u></b> MA Energiesysteme
9	<b><u>Stellenwert der Note für die Endnote</u></b> 5,33%
10	<b><u>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r</u></b> Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Stefan Kempen hauptamtlich Lehrende/r: Prof. Dr. Georg Harnischmacher Prof. Dr. Stefan Kempen
11	<b><u>Literatur</u></b> Beyer, Boeck, Möller, Zaengl, Hochspannungstechnik Küchler, Andreas, Hochspannungstechnik Schwab, Adolf, Hochspannungsmesstechnik Spring, Eckhardt: Elektrische Energienetze, Energieübertragung und Verteilung Heuck, Dettmann, Schulz: Elektrische Energieversorgung Flosdorff, Hilgarth: Elektrische Energieverteilung Schwab, A. J.: Elektroenergiesysteme
12	<b><u>Anmerkung</u></b> -

<b>Energieautomation</b>					
<b>Kürzel</b>	<b>Workload in h</b>	<b>Credits</b>	<b>Fachsemester</b>	<b>Häufigkeit</b>	<b>Dauer</b>
EAU	240	8	1, 2 oder 3	Wintersem.	1 Semester
	<b>Lehrveranstaltungen</b>			<b>Kontaktzeit in h</b>	<b>Selbststudium in h</b>
1	Netzführung			36	84
	Sekundärtechnik und Netzautomation			36	84
2	<p><b><u>Lernergebnisse (learning outcomes)/Kompetenzen</u></b></p> <p>Die Studierenden haben Detailkenntnisse über die Sekundärtechnik in Stationen sowie die Steuerung und Überwachung von Versorgungsnetzen erlangt. Sie können technische und betriebliche Konzepte zur Netzsteuerung und –überwachung anwenden und kennen die Möglichkeiten rechnergestützter Netzführung. Dabei steht die Standardisierung der Schnittstellen moderner Energieinformationssysteme und die Modellierung des Prozesses im Vordergrund. Im Rahmen der Netzführung werden Höhere Entscheidungs- und Optimierungsfunktionen (HEO) sowie das dynamische Verhalten der Frequenz-Leistungsregelung betrachtet. Neben den Fachkenntnissen haben die Studierenden in diesem Modul auch Schlüsselqualifikationen erlangt.</p>				
3	<p><b><u>Inhalte</u></b></p> <p>Netzführung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Struktureller Aufbau netzleittechnischer und fernwirktechnischer Einrichtungen</li> <li>- Prozessdatenkommunikation auf Basis der Kommunikationsnorm IEC 60870-5-104</li> <li>- SCADA-Funktionen und Prozessvisualisierung (Weltbilder, Zooming / Decluttering, Bedienfenster und Alarmierungskonzepte)</li> <li>- HEO-Funktionen: Leistungsflussberechnung (Newton-Raphson-Verfahren), Optimal Power Flow (OPF) und State Estimation</li> <li>- Frequenz-Leistungsregelung im Insel- und Verbundnetz</li> </ul> <p>Sekundärtechnik und Netzautomation:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aufgaben der Schutztechnik und Stationsautomatisierung im Gesamtzusammenhang der Netzleittechnik und Netzführung</li> <li>- Der zu führende Prozess mit seinen Betriebsmitteln und die informationstechnische Modellierung auf Prozess-, Feld-, Stations- und Netzleitebene</li> <li>- Schnittstellen der Leittechnik und Entwicklung von der signalorientierten Sichtweise der Kommunikationsnorm IEC 60870 zur abstrakten Informationsmodellierung des Systemstandards IEC 61850</li> <li>- Grundlagen XML-basierter Datenbeschreibungen und ihre Anwendung für Systembeschreibungen mit der „Substation Configuration Description Language, SCL“</li> <li>- Engineering- und Testwerkzeuge, Projektabläufe</li> <li>- Applikationen zur Stations- und Netzautomatisierung</li> </ul>				

4	<b><u>Lehrformen</u></b> Seminaristische Veranstaltung, Praktische Durchführung eines IEC 61850 Systemengineering von der Spezifikation über die Systemkonfiguration bis zur Geräteparametrierung und -prüfung. Im Rahmen der Netzführung werden Systemmodellierungen mit Scilab/Xcos durchgeführt.
5	<b><u>Teilnahmevoraussetzungen</u></b> Formal gelten die Vorgaben der jeweils gültigen Prüfungsordnung Inhaltlich:
6	<b><u>Prüfungsformen</u></b> Klausur oder mündliche Prüfung (je nach Teilnehmerzahl und in Absprache mit dem ganzen Kurs)
7	<b><u>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</u></b> Modulprüfung muss bestanden sein
8	<b><u>Verwendung des Moduls</u></b> MA Energiesysteme
9	<b><u>Stellenwert der Note für die Endnote</u></b> 5,33%
10	<b><u>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r</u></b> Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Georg Harnischmacher hauptamtlich Lehrende/r: Prof. Dr. Kai Lupp Prof. Dr. Georg Harnischmacher
11	<b><u>Literatur</u></b> Normenreihe IEC 60870-5 „Fernwirkleinrichtungen und –systeme“ Normenreihe IEC 61850 „Communication networks and systems for power utility automation“, Edition 2, 2010 Brand, K.-P.; Lohmann, V.; Wimmer, W.: Substation Automation Handbook, Jütte-Messedruck Leipzig, 2003 Schwab, A. J.: Elektroenergiesysteme, Springer Vieweg Oeding D., Oswald, B.R.: Elektrische Kraftwerke und Netze, Springer Heuck, K., Dettmann, K.D., Schulz, D.: Elektrische Energieversorgung, Springer Vieweg Handschin, E. Elektrische Energieübertragungssysteme, Hüthig Crastan, V., Westermann, D.: Elektrische Energieversorgung 3, Springer Buchholz B. M., Styczynski, Z.: Smart Grids, Springer
12	<b><u>Anmerkung</u></b> -

Hybride Energiesysteme					
Kürzel	Workload in h	Credits	Fachsemester	Häufigkeit	Dauer
HES	240	8	1, 2 oder 3	Wintersem.	1 Semester
1	<b>Lehrveranstaltungen</b>			<b>Kontaktzeit in h</b>	<b>Selbststudium in h</b>
	Microgrids			36	84
	AC DC- Systeme			36	84
2	<b><u>Lernergebnisse (learning outcomes)/Kompetenzen</u></b>				
	<p>Die Studierenden kennen die charakteristischen Eigenschaften, Anwendungen und Anforderungen von Mini- und Micronetzen und können diese gegenüber den klassischen Verbundnetzen abgrenzen.</p> <p>Sie kennen auch die Eigenschaften der dezentralen Verbraucher, Erzeuger und Speicher und können diese beschreiben, und können damit ein einfaches Mini- oder Micronetz dimensionieren. Insbesondere kennen sie grundlegende Anforderungen an dezentrale Speichersysteme und können geeignete Speichertechnologien auswählen und grob dimensionieren. Die Studierenden kennen die charakteristischen Betriebsfälle von Micro- und Mininetzen und können deren Betriebsgrenzen aufzeigen und einfache Rechnungen zur wirtschaftlichen und technischen Auslegung und Optimierung durchführen.</p> <p>Im Bereich der AC/DC-Systeme kennen die Studierenden die Besonderheiten, Abgrenzungen und Anwendungsbereiche der beiden Stromsysteme. Vor- und Nachteile werden diskutiert und gegenübergestellt.</p>				
3	<b><u>Inhalte</u></b>				
	<p>Micro- und Mininetze:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Definition und Abgrenzung von Micro-, Mini- und Verbundnetzen, AC-Micronetze, DC-Micronetze</li> <li>- Komponenten (Erzeugungseinheiten, Speichereinheiten, Lasten) in Mini- und Micronetze, Komponentenanforderungen</li> <li>- Anwendungsfälle (industrielles Micronetz, lastgeführtes erneuerbares Kraftwerk, Basiselektrifizierung in netzfernen Gebieten, Stabilisierung der Versorgung in schwachen Netzen,...)</li> <li>- Design und Betrieb von Mini- und Micronetzen als Inselnetz</li> <li>- Design und Betrieb von Mini- und Micronetzen mit ständiger Verbindung zum Verbundnetz</li> <li>- Design und Betrieb von Mini- und Micronetzen, die zeitweise als Inselnetz und zeitweise netzparallel geschaltet sind</li> <li>- Lastcharakterisierung und Lastprognose in Mini- und Micronetzen</li> <li>- Charakterisierung von Erzeugungseinheiten und Anlagen in Mini- und Micronetzen, Erzeugungsprognose</li> <li>- Dimensionierung von Speichersystemen in Mini- und Micronetzen</li> <li>- Lastverteilung, Netzregelung und Kommunikation in Mini- und Micronetzen</li> <li>- Wirtschaftliche Betriebsführung durch optimierten Speichereinsatz</li> <li>- Anwendung unterschiedlicher Grid Codes bei Netzparallelbetrieb</li> </ul> <p>AC / DC - Systeme:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Technologieüberblick und Anwendungen</li> <li>- Mischsysteme im Verbundnetz: HGÜ, FACTS</li> <li>- Mischsysteme bei dezentralen Einspeisern: Solarwechselrichter, Batteriewechselrichter, Brennstoffzellenwechselrichter, schnelle Netztransferschalter zum Wechseln zwischen Inselnetz- und Netzparallelbetrieb, Buck-Boost-Konverter für DC-Subnetze</li> <li>- Systemverhalten und -dienstleistungen im ungestörten Betrieb</li> <li>- Kurzschlussverhalten und Netzstützung im Fehlerfall</li> </ul>				

4	<b><u>Lehrformen</u></b> Seminaristische Vorlesung Übung Seminarvortrag (optional) Exkursion (optional & nach Abstimmung)
5	<b><u>Teilnahmevoraussetzungen</u></b> Formal gelten die Vorgaben der jeweils gültigen Prüfungsordnung Inhaltlich:
6	<b><u>Prüfungsformen</u></b> Klausur oder mündliche Prüfung (je nach Teilnehmerzahl und in Absprache mit dem ganzen Kurs)
7	<b><u>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</u></b> Modulprüfung muss bestanden sein
8	<b><u>Verwendung des Moduls</u></b> MA Energiesysteme
9	<b><u>Stellenwert der Note für die Endnote</u></b> 5,33%
10	<b><u>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r</u></b> Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Martin Kiel hauptamtlich Lehrende/r: Prof. Dr. Stefan Kempen Prof. Dr. Martin Kiel
11	<b><u>Literatur</u></b> Kempen: Unterlagen zur Vorlesung
12	<b><u>Anmerkung</u></b> -

<b>Control. u. Managementplanspiel</b>					
<b>Kürzel</b>	<b>Workload in h</b>	<b>Credits</b>	<b>Fachsemester</b>	<b>Häufigkeit</b>	<b>Dauer</b>
CMP	240	8	1, 2 oder 3	Wintersem.	1 Semester
	<b>Lehrveranstaltungen</b>			<b>Kontaktzeit in h</b>	<b>Selbststudium in h</b>
1	Controlling			36	84
	Managementplanspiel			36	84
2	<p><b><u>Lernergebnisse (learning outcomes)/Kompetenzen</u></b></p> <p>Die Studierenden haben ihre kaufmännische Kompetenz im operativen und strategischen Controlling erweitert. Sie beherrschen die methodischen Grundlagen des Controllings und insbesondere des Projektcontrollings und können diese anwenden. Sie kennen die einzelnen Controllingprozesse und deren Interdependenzen.</p> <p>Die Studierenden verfügen über ein grundlegendes Verständnis des strategischen Managements. Sie verstehen die Wirkungszusammenhänge zwischen Unternehmen und Märkten und können daraus langfristige Strategien ableiten. Sie können diese Strategien in der kurz- und mittelfristigen Planung unter Berücksichtigung der Marktgegebenheiten umsetzen.</p>				
3	<p><b><u>Inhalte</u></b></p> <p>Idealerweise auf dem Modul Energiebetriebswirtschaft aufbauend, werden u.a. Kenntnisse in den Bereichen: Grundlagen des Controllings, Kosten- und Erfolgscontrolling, Kennzahlensysteme, Planungs- und Berichtssysteme sowie strategisches Controlling und Projektcontrolling vertieft. Ebenso werden das Rollenverständnis der Controller sowie die Teilprozesse des Controllings, wie strategische Vision, operative Planung und Prognose behandelt. Anwendungsbeispiele ergänzen die Veranstaltung.</p> <p>Im strategischen Management wird der Strategieentwicklungsprozess über die Bildung strategischer Ziele, der strategischen Analyse von Unternehmen und Umfeld, der Strategieformulierung und der Strategieimplementierung vermittelt. Es sollen sowohl die methodischen Grundlagen als auch die wichtigsten Entwicklungen und Herausforderungen dargestellt werden. Im Planspiel führen die Studierenden als Vorstandsmitglieder ein Unternehmen im Wettbewerb. Über bis zu 8 Planjahre müssen sie ihre zuvor entwickelten strategischen Ziele in konkrete Planungen umzusetzen und in der konkreten Entscheidungsfindung das erlernte Wissen einsetzen.</p>				

4	<b><u>Lehrformen</u></b> Vorlesungen mit Übungen und Unternehmensplanspiel
5	<b><u>Teilnahmevoraussetzungen</u></b> Formal gelten die Vorgaben der jeweils gültigen Prüfungsordnung Inhaltlich: Energiebetriebswirtschaft
6	<b><u>Prüfungsformen</u></b> Klausur oder mündliche Prüfung (je nach Teilnehmerzahl und in Absprache mit dem ganzen Kurs)
7	<b><u>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</u></b> Modulprüfung muss bestanden sein
8	<b><u>Verwendung des Moduls</u></b> MA Energiesysteme
9	<b><u>Stellenwert der Note für die Endnote</u></b> 5,33%
10	<b><u>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r</u></b> Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Torsten Füg hauptamtlich Lehrende/r: Prof. Dr. Torsten Füg
11	<b><u>Literatur</u></b> Horváth, P.: Controlling, 11. Auflage München 2009 Camphausen, B.: Strategisches Management: Planung, Entscheidung, Controlling, Oldenbourg Verlag München, 2013 Däumler, K.-D.; Gräbe, J.: Kostenrechnung 1-3, NWB Verlag, 2013 Döring, U.; Buchholz, R.: Buchhaltung und Jahresabschluss: mit Aufgaben und Lösungen, Erich Schmidt Verlag, 2013 Freidank, C.: Kostenrechnung, 8. Auflage, München, Wien 2008 Haberstock, L.; Breithecker, V.: Kostenrechnung I., 13. Auflage, Erich Schmidt Verlag, Wiesbaden 2008 Haberstock, L.; Breithecker, V.: Kostenrechnung II., (Grenz-) Plankostenrechnung, 10. Auflage, Erich Schmidt Verlag, Wiesbaden 2008 Hutschenreuther, Th.: Allgemeine Betriebswirtschaftslehre: Grundlagen mit zahlreichen Praxisbeispielen, Springer Gabler, 2013 Reichmann, T.: Controlling mit Kennzahlen und Managementberichten – Grundlagen einer systemgestützten Controlling Konzeption, 7. Auflage, München 2006 Schreyögg, G.: Grundlagen des Managements: Basiswissen für Studium und Praxis, Gabler, 2010 Thommsen, J.-P.; Achleitner, A.-K.: Allgemeine Betriebswirtschaftslehre: Umfassende Einführung aus managementorientierter Sicht, 7. Auflage, Springer Gabler, 2012 Teilnehmerhandbuch zum Planspiel TOPSIM General Management II in der jeweils aktuellen Version der Fa. Tata Interactive Systems, Tübingen Weber, J.; Schäffer, U.: Einführung in das Controlling, 12. Auflage, Stuttgart 2008
12	<b><u>Anmerkung</u></b> -

Dezentrale Energiesysteme					
Kürzel	Workload in h	Credits	Fachsemester	Häufigkeit	Dauer
DES	240	8	1, 2 oder 3	Sommersem.	1 Semester
	<b>Lehrveranstaltungen</b>			<b>Kontaktzeit in h</b>	<b>Selbststudium in h</b>
1	Wirtschaft dezentraler Systeme			36	84
	Energieeinspeise- und Speichersysteme			36	84
	<b><u>Lernergebnisse (learning outcomes)/Kompetenzen</u></b>				
	Die Studierenden lernen mit virtuellen Kraftwerken bzw. verallgemeinert dezentralen Systemen ein wichtiges Element zukünftiger Energieversorgung kennen. Sie verstehen die Anforderungen der sich verändernden Energiewelt, die zunehmend kleinere Erzeugungseinheiten und flexible Verbraucher sowie Speicher integriert. Sie kennen die Charakteristika der verschiedenen insbesondere dezentralen Systeme zur Strom- und Wärmeerzeugung. Sie verstehen die unterschiedlichen technischen Konzepte zur Stromspeicherung. Dazu gehören auch die Konzepte die Wärmespeicherung zur Flexibilität von Stromerzeugung und -nutzung verwenden. Sie verstehen die Anforderungen an die Kommunikations- und Steuerungstechnik, die sich aus der Aggregation vieler dezentraler Erzeugungs- und Speichereinrichtungen und flexibler Verbraucher ergeben.				
2	Die Studierenden verstehen die wirtschaftlichen Anforderungen an dezentrale Systeme und mögliche Geschäftsmodelle für die Interaktion der Marktteilnehmer. Sie lernen die verschiedenen Schnittstellen und Anwendungen für dezentrale Systeme sowohl aus Sicht der Akteure in der Energieversorgung: Erzeugung, Handel, Vertrieb und Netze, als auch aus Sicht der Anwender in Unternehmen und Verwaltung kennen. Sie kennen die unterschiedlichen Märkte für dezentrale Systeme und kennen die Voraussetzungen an diesen Märkten erfolgreich aktiv zu werden. Alternative Vermarktungs- bzw. Nutzungskonzepte, wie Direktlieferung und Eigenverbrauch und deren wirtschaftliche Bewertung werden verstanden.				
	<b><u>Inhalte</u></b>				
3	Energieeinspeisesysteme- und Speichersysteme - Technik dezentraler Energieerzeugung (Photovoltaik, Wind, Biomasse, ...) - Technik von Stromspeichern (Pumpspeicher, Batterien, Druckluftspeicher, Methan und Wasserstoffspeicher, ...) - Beispiele für flexible Verbraucher (Elektrolyse, ...) - Konzepte gemischter Systeme (BHKW oder Wärmepumpen mit Wärmespeichern, ...) - Kommunikation und Steuerung dezentraler Systeme				
	Wirtschaft dezentraler Systeme - Was ist ein dezentrales System? - Märkte und Vermarktungspotentiale für dezentrale Systeme - Marktrollen und Geschäftsmodelle: Aggregatoren und Eigentümer, Netze, Erzeuger und Verbraucher, ... - Wirtschaftliche Optimierung von dezentralen Systemen - Elektromobilität als Bestandteil dezentraler Systeme?				



4	<b><u>Lehrformen</u></b> Vorlesungen und seminaristische Übungen.
5	<b><u>Teilnahmevoraussetzungen</u></b> Formal gelten die Vorgaben der jeweils gültigen Prüfungsordnung Inhaltlich:
6	<b><u>Prüfungsformen</u></b> Projektarbeit: die Studierenden erstellen eine Konzeptstudie zu einem virtuellen Kraftwerk
7	<b><u>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</u></b> Modulprüfung muss bestanden sein
8	<b><u>Verwendung des Moduls</u></b> MA Energiesysteme
9	<b><u>Stellenwert der Note für die Endnote</u></b> 5,33%
10	<b><u>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r</u></b> Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Torsten Füg hauptamtlich Lehrende/r: Prof. Dr. Martin Kiel Prof. Dr. Torsten Füg
11	<b><u>Literatur</u></b> Albersmann, J. et al.: Virtuelle Kraftwerke als wirkungsvolles Instrument für die Energie-wende, PricewaterhouseCoopers, 2012 Graeber, D.R.: Handel mit Strom aus erneuerbaren Energien, Springer Gabler, Wiesbaden, 2014 Konstantin, P.: Praxisbuch Energiewirtschaft: Energieumwandlung, -transport und -beschaffung im liberalisierten Markt, 3. Auflage, Springer Vieweg, Berlin, 2013 Ströbele, W.; Pfaffenberger, W.; Heuterkes, M.: Energiewirtschaft: Einführung in Theorie und Politik, 3. Auflage, Oldenbourg Verlag, München, 2012 Swider, Derk Jan (2006): Handel an Regelenergie- und Spotmärkten, Dissertation an der Universität Stuttgart, Deutscher Universitäts-Verlag, Wiesbaden. Zenke, I.; Wollschläger, St.; Eder, J., Preise und Preisgestaltung in der Energiewirtschaft, De Gruyter, Berlin, 2015
12	<b><u>Anmerkung</u></b> -

IT-Sicherheit					
Kürzel	Workload in h	Credits	Fachsemester	Häufigkeit	Dauer
IST	240	8	1, 2 oder 3	Sommersem.	1 Semester
	<b>Lehrveranstaltungen</b>			<b>Kontaktzeit in h</b>	<b>Selbststudium in h</b>
1	IT-Sicherheit in Energienetzen			36	84
	Robuste Datensysteme			36	84
	<b><u>Lernergebnisse (learning outcomes)/Kompetenzen</u></b>				
2	<p>Die Studierenden haben Detailkenntnisse über die Anforderungen und Ausführungen von sicheren IT-Systemen und robusten Datensystemen für die Steuerung und Überwachung von kritischen Infrastrukturen. Sie kennen insbesondere die Anforderungen und Ausführungshinweise des BDEW Whitepaper an sichere Steuerungs- und Telekommunikationssysteme und können daraus technische und wirtschaftliche Konzepte für den praktischen Einsatz ableiten. Hierzu gehören sowohl die hardware- als auch softwareseitige Systemhärtung sowie die Sicherung der Netzwerkinfrastruktur. Insbesondere die Konzepte und die Anforderungen an sichere Infrastrukturen für lokale Netze und Weitverkehrsnetze werden anhand von Konfigurationen für intelligente Messsysteme behandelt. In diesem Zusammenhang lernen die Studierenden die Anforderungen der Technischen Richtlinie (TR) des Bundesamtes für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI).</p> <p>Neben den Fachkenntnissen haben die Studierenden in diesem Modul auch Schlüsselqualifikationen erlangt.</p>				
	<b><u>Inhalte</u></b>				
3	<p>IT-Sicherheit in Energienetzen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bedrohungslage und Gefährdungspotenziale kritischer Infrastrukturen, insbesondere Energienetze</li> <li>- Ganzheitliche Systemkonzepte (Hersteller, Systemintegratoren, Dienstleister und Anwender)</li> <li>- Sichere Hardwarekomponenten</li> <li>- Wartungsprozesse und -konzepte: Patch- und Updatefähigkeit, Systemredundanz, Test und Rollout und Wiederherstellungsstrategien</li> <li>- Benutzerrollen und -authentifizierung</li> <li>- BDEW Whitepaper</li> <li>- BSI Technische Richtlinie (TR-03109)</li> </ul> <p>Robuste Datensysteme:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Client/Server-Kommunikation und TCP/IP-Schichtenmodell</li> <li>- Schutz vor Datenverlust und -verfälschung</li> <li>- IPv4/IPv6-Adressierungskonzepte</li> <li>- Vertikale und horizontale Netzwerksegmentierungen</li> <li>- Routing, Subnetze, Firewalls und DMZ (Demilitarisierte Zone)</li> <li>- Grundlagen der Kryptographie und Verschlüsselungsverfahren</li> <li>- Zertifikate und Transport Layer Security (TLS)</li> </ul>				

4	<b><u>Lehrformen</u></b> Seminaristische Veranstaltung, Praktische Durchführung des Aufbaus und des Tests eines sicheren und robusten Datensystems zur Steuerung und Überwachung von Energienetzen.
5	<b><u>Teilnahmevoraussetzungen</u></b> Formal gelten die Vorgaben der jeweils gültigen Prüfungsordnung Inhaltlich:
6	<b><u>Prüfungsformen</u></b> Klausur oder mündliche Prüfung (je nach Teilnehmerzahl und in Absprache mit dem ganzen Kurs)
7	<b><u>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</u></b> Modulprüfung muss bestanden sein
8	<b><u>Verwendung des Moduls</u></b> MA Energiesysteme
9	<b><u>Stellenwert der Note für die Endnote</u></b> 5,33%
10	<b><u>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r</u></b> Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Michael Berger hauptamtlich Lehrende/r: Prof. Dr. Michael Berger
11	<b><u>Literatur</u></b> BDEW: Whitepaper- Anforderungen an sichere Steuerungs- und Telekommunikationssysteme BDEW: Ausführungshinweise zur Anwendung des Whitepaper - Anforderungen an sichere Steuerungs- und Telekommunikationssysteme BDEW: Checkliste zum Whitepaper - Anforderungen an sichere Steuerungs- und Telekommunikationssysteme BSI: Technische Richtlinie TR-03109, TR-03109-1 bis TR-03109-6 sowie Testspezifikationen (TS) FNN: Leitfaden Systeme und Prozesse Schreiner, R.: Computernetzwerke: Von den Grundlagen zur Funktion und Anwendung, Hanser Eckert, C.: IT-Sicherheit: Konzepte - Verfahren - Protokolle, De Gruyter Oldenbourg
12	<b><u>Anmerkung</u></b> -

<b>Projektarbeit 1</b>					
<b>Kürzel</b>	<b>Workload in h</b>	<b>Credits</b>	<b>Fachsemester</b>	<b>Häufigkeit</b>	<b>Dauer</b>
PA1	180	6	1 bzw. 2	jedes Semester	1 Semester
1	<b>Lehrveranstaltungen</b>			<b>Kontaktzeit in h</b>	<b>Selbststudium in h</b>
	Praktische Arbeit			30	150
2	<b><u>Lernergebnisse (learning outcomes)/Kompetenzen</u></b>				
	Die Studierenden sind in der Lage, eine begrenzte ingenieurwissenschaftliche Aufgabe aus der gewählten Vertiefung weitgehend selbstständig und systematisch zu bearbeiten. Sie können eine gestellte technische Aufgabe eigenständig in Theorie und Praxis erfassen, abgrenzen und notwendige Aufgabenpakete zur Lösung des Problems identifizieren und bearbeiten. Hierfür wenden sie die üblichen Methoden der Informationsbeschaffung an. Die Studierenden können im Team zusammenarbeiten und Vorgehensweisen und Arbeitsergebnisse abstimmen und diskutieren. Die Studierenden sind in der Lage, eigene Arbeiten schriftlich aufzubereiten, zu präsentieren und die Vorgehensweise sowie die gewonnenen Ergebnisse gegenüber anderen zu vertreten.				
3	<b><u>Inhalte</u></b> Das Thema und der Inhalt der Projektarbeit 1 wird in Absprache mit einer betreuenden Professorin oder einem betreuenden Professor des Studiengangs Energiesysteme festgelegt. Die Bearbeitung der Projektarbeit 1 umfasst neben der Umsetzung der Aufgabenstellung auch deren Dokumentation und Präsentation.				

4	<p><b><u>Lehrformen</u></b></p> <p>Die Studierenden bearbeiten die Themenstellung der Projektarbeit 1 weitgehend selbstständig und werden organisatorisch durch die Wissenschaftlichen Mitarbeiterinnen und Wissenschaftlichen Mitarbeiter des Fachbereichs unterstützt. Ergänzend finden regelmäßige Seminare mit der betreuenden Professorin oder dem betreuenden Professor und den Wissenschaftlichen Mitarbeiterinnen und Wissenschaftlichen Mitarbeitern statt. Vorzugsweise sind die Projektarbeiten mit größeren Projektthemen verknüpft, die von den Labor- oder Fachgruppen bearbeitet werden. So kann in den Laboren mit jeweils unterschiedlichen Teilaufgaben in Projektteams gearbeitet werden.</p> <p>Die Projektarbeit 1 kann inhaltlich abgestimmt mit der betreuenden Professorin oder dem betreuenden Professor in einem Labor oder einer Fachgruppe der Hochschule oder alternativ bei einem externen Industrieunternehmen durchgeführt werden.</p>
5	<p><b><u>Teilnahmevoraussetzungen</u></b></p> <p>Formal gelten die Vorgaben der jeweils gültigen Prüfungsordnung  Inhaltlich:</p>
6	<p><b><u>Prüfungsformen</u></b></p> <p>Modulprüfung  Projektdokumentation (70%) und  Kolloquium (30%)</p>
7	<p><b><u>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</u></b></p> <p>Modulprüfung muss bestanden sein</p>
8	<p><b><u>Verwendung des Moduls</u></b></p> <p>MA Energiesysteme</p>
9	<p><b><u>Stellenwert der Note für die Endnote</u></b></p> <p>4,00%</p>
10	<p><b><u>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r</u></b></p> <p>Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Bernd Runge  hauptamtlich Lehrende/r: alle Professorinnen und Professoren des Studiengangs Energiesysteme</p>
11	<p><b><u>Literatur</u></b></p>
12	<p><b><u>Anmerkung</u></b></p> <p>-</p>

<b>Projektarbeit 2</b>					
<b>Kürzel</b>	<b>Workload in h</b>	<b>Credits</b>	<b>Fachsemester</b>	<b>Häufigkeit</b>	<b>Dauer</b>
PA2	180	6	1 bzw. 2	jedes Semester	1 Semester
1	<b>Lehrveranstaltungen</b>			<b>Kontaktzeit in h</b>	<b>Selbststudium in h</b>
	Praktische Arbeit			30	150
2	<b><u>Lernergebnisse (learning outcomes)/Kompetenzen</u></b>				
	<p>Die Studierenden sind in der Lage, aufbauend auf der Projektarbeit 1 eine weitergehende Aufgabe aus der gewählten Vertiefung weitgehend selbstständig und systematisch zu bearbeiten. Sie können eine gestellte technische Aufgabe eigenständig in Theorie und Praxis erfassen, abgrenzen und notwendige Aufgabenpakete zur Lösung des Problems identifizieren und bearbeiten. Hierfür wenden sie gängige Methoden der Informationsbeschaffung an. Die Studierenden können im Team zusammenarbeiten sowie Vorgehensweisen und Arbeitsergebnisse abstimmen und diskutieren. Sie sind in der Lage ggf. an der weitergehenden Aufgabenstellung für andere Studierende mitzuwirken.</p> <p>Die Studierenden sind in der Lage, eigene Arbeiten schriftlich aufzubereiten, zu präsentieren und gewonnene Ergebnisse gegenüber anderen zu vertreten.</p>				
3	<b><u>Inhalte</u></b>				
	<p>Das Thema und der Inhalt der Projektarbeit 2 wird in Absprache mit einer betreuenden Professorin oder einem betreuenden Professor des Studiengangs Energiesysteme festgelegt. Die Projektarbeit 2 soll möglichst inhaltlich auf der Projektarbeit 1 aufsetzen und das Aufgabengebiet erweitern.</p> <p>Die Bearbeitung der Projektarbeit 2 umfasst neben der Umsetzung der Aufgabenstellung auch deren Dokumentation und Präsentation.</p>				

4	<p><b><u>Lehrformen</u></b></p> <p>Die Studierenden bearbeiten die Themenstellung der Projektarbeit 2 weitgehend selbstständig und werden organisatorisch durch die Wissenschaftlichen Mitarbeiterinnen und Wissenschaftlichen Mitarbeiter des Fachbereichs unterstützt. Ergänzend finden regelmäßige Seminare mit der betreuenden Professorin oder dem betreuenden Professor und den Wissenschaftlichen Mitarbeiterinnen und Wissenschaftlichen Mitarbeitern statt. Vorzugsweise sind die Projektarbeiten mit größeren Projektthemen verknüpft, die von den Labor- oder Fachgruppen bearbeitet werden. So kann in den Laboren mit jeweils unterschiedlichen Teilaufgaben in Projektteams gearbeitet werden.</p> <p>Die Projektarbeit 2 kann inhaltlich abgestimmt mit der betreuenden Professorin oder dem betreuenden Professor in einem Labor oder einer Fachgruppe der Hochschule oder alternativ bei einem externen Industrieunternehmen durchgeführt werden.</p>
5	<p><b><u>Teilnahmevoraussetzungen</u></b></p> <p>Formal gelten die Vorgaben der jeweils gültigen Prüfungsordnung</p> <p>Inhaltlich:</p>
6	<p><b><u>Prüfungsformen</u></b></p> <p>Modulprüfung          Projektdokumentation (70%) und          Kolloquium (30%)</p>
7	<p><b><u>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</u></b></p> <p>Modulprüfung muss bestanden sein</p>
8	<p><b><u>Verwendung des Moduls</u></b></p> <p>MA Energiesysteme</p>
9	<p><b><u>Stellenwert der Note für die Endnote</u></b></p> <p>4,00%</p>
10	<p><b><u>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r</u></b></p> <p>Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Bernd Runge          hauptamtlich Lehrende/r: alle Professorinnen und Professoren des Studiengangs Energiesysteme</p>
11	<p><b><u>Literatur</u></b></p>
12	<p><b><u>Anmerkung</u></b></p> <p>-</p>

<b>Masterstudienarbeit</b>					
<b>Kürzel</b>	<b>Workload in h</b>	<b>Credits</b>	<b>Fachsemester</b>	<b>Häufigkeit</b>	<b>Dauer</b>
MSA	420	14	3	jedes Semester	1 Semester
1	<b>Lehrveranstaltungen</b>			<b>Kontaktzeit in h</b>	<b>Selbststudium in h</b>
	Praktische Arbeit			20	400
2	<b><u>Lernergebnisse (learning outcomes)/Kompetenzen</u></b>				
	<p>Die Studierenden sind in der Lage, begrenzte ingenieurwissenschaftliche Aufgaben innerhalb der gewählten Vertiefung selbstständig und systematisch zu bearbeiten. Sie können eine gestellte technische Aufgabe eigenständig erfassen, abgrenzen und notwendige Aufgabenpakete zur Lösung des Problems identifizieren, strukturieren und bearbeiten. Zur Erarbeitung der hierfür notwendigen Grundlagen, wenden sie die üblichen Methoden der Informationsbeschaffung, wie Literatur , Internet und Patentrecherche an.</p> <p>Die Studierenden sind in der Lage, eigene Arbeiten schriftlich aufzubereiten, zu dokumentieren, zu präsentieren und gewonnene Ergebnisse gegenüber anderen zu vertreten.</p>				
3	<b><u>Inhalte</u></b>				
<p>Das Thema und der Inhalt der Masterstudienarbeit wird in Absprache mit einer betreuenden Professorin oder einem betreuenden Professor des Studiengangs Energiesysteme festgelegt. Die Bearbeitung der Masterstudienarbeit umfasst neben der Umsetzung der Aufgabenstellung auch deren Dokumentation und Präsentation.</p>					



4	<p><b><u>Lehrformen</u></b></p> <p>Die Studierenden bearbeiten die Themenstellung der Masterstudienarbeit weitgehend selbstständig und werden organisatorisch durch die Wissenschaftlichen Mitarbeiterinnen und Wissenschaftlichen Mitarbeiter des Fachbereichs unterstützt. Ergänzend finden regelmäßige Seminare mit der betreuenden Professorin oder dem betreuenden Professor und den Wissenschaftlichen Mitarbeiterinnen und Wissenschaftlichen Mitarbeitern statt.</p> <p>Die Masterstudienarbeit kann inhaltlich abgestimmt mit der betreuenden Professorin oder dem betreuenden Professor in einem Labor oder einer Fachgruppe der Hochschule oder alternativ bei einem externen Industrieunternehmen durchgeführt werden.</p>
5	<p><b><u>Teilnahmevoraussetzungen</u></b></p> <p>Formal gelten die Vorgaben der jeweils gültigen Prüfungsordnung</p> <p>Inhaltlich:</p>
6	<p><b><u>Prüfungsformen</u></b></p> <p>Modulprüfung  Projektokumentation (70%) und  Kolloquium (30%)</p>
7	<p><b><u>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</u></b></p> <p>Modulprüfung muss bestanden sein</p>
8	<p><b><u>Verwendung des Moduls</u></b></p> <p>MA Energiesysteme</p>
9	<p><b><u>Stellenwert der Note für die Endnote</u></b></p> <p>9,33%</p>
10	<p><b><u>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r</u></b></p> <p>Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Bernd Runge  hauptamtlich Lehrende/r: alle Professorinnen und Professoren des Studiengangs Energiesysteme</p>
11	<p><b><u>Literatur</u></b></p>
12	<p><b><u>Anmerkung</u></b></p> <p>-</p>

<b>Master Thesis</b>					
<b>Kürzel</b>	<b>Workload in h</b>	<b>Credits</b>	<b>Fachsemester</b>	<b>Häufigkeit</b>	<b>Dauer</b>
MT	780	26	4	jedes Semester	1 Semester
1	<b>Lehrveranstaltungen</b>			<b>Kontaktzeit in h</b>	<b>Selbststudium in h</b>
	Thesis			0	780
2	<b><u>Lernergebnisse (learning outcomes)/Kompetenzen</u></b>				
	<p>Die Studierenden sind in der Lage, ingenieurwissenschaftliche Aufgaben selbstständig und systematisch zu lösen. Sie können eine gestellte technische Aufgabe eigenständig erfassen, abgrenzen und notwendige Aufgabenpakete zur Lösung des Problems identifizieren und bearbeiten. Hierbei wenden sie zur Erarbeitung der Grundlagen Methoden der Informationsbeschaffung durch Literatur, Internet und Patentrecherche an.</p> <p>Die Studierenden sind in der Lage, eigene Arbeiten zu planen, in Theorie und Praxis in Arbeitsschritte zu unterteilen, Teilaufgaben zu extrahieren und Vorgaben z.B. für Versuche und Realisierungen von Testumgebungen zu erstellen. Sie können weiterhin ihre Untersuchungen schriftlich aufbereiten, präsentieren und gewonnene Ergebnisse in der fachlichen Diskussion in Fachgruppenseminaren und Fachkonferenzen vertreten.</p>				
3	<b><u>Inhalte</u></b>				
Das Thema und der Inhalt der Thesis wird in Absprache mit einer betreuenden Professorin oder einem betreuenden Professor der gewählten Vertiefung im Studiengang Energiesysteme festgelegt. Die Bearbeitung der Thesis umfasst die Lösung der gestellten Aufgabe und deren Dokumentation hinsichtlich der Vorgehensweise, der Randbedingungen und des erzielten Ergebnisses.					

4	<p><b><u>Lehrformen</u></b></p> <p>Die Studierenden bearbeiten die Themenstellung der Thesis weitgehend selbstständig und werden organisatorisch durch die Wissenschaftlichen Mitarbeiterinnen und Wissenschaftlichen Mitarbeiter des Fachbereichs unterstützt. Ergänzend finden regelmäßige Seminare mit der betreuenden Professorin oder dem betreuenden Professor und den Wissenschaftlichen Mitarbeiterinnen und Wissenschaftlichen Mitarbeitern statt.</p> <p>Die Thesis kann inhaltlich abgestimmt mit der betreuenden Professorin oder dem betreuenden Professor in einem Labor oder einer Fachgruppe der Hochschule oder alternativ bei einem externen Industrieunternehmen durchgeführt werden.</p>
5	<p><b><u>Teilnahmevoraussetzungen</u></b></p> <p>Formal gelten die Vorgaben der jeweils gültigen Prüfungsordnung</p> <p>Inhaltlich:</p>
6	<p><b><u>Prüfungsformen</u></b></p> <p>Modulprüfung Projektdokumentation</p>
7	<p><b><u>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</u></b></p> <p>Modulprüfung muss bestanden sein</p>
8	<p><b><u>Verwendung des Moduls</u></b></p> <p>MA Energiesysteme</p>
9	<p><b><u>Stellenwert der Note für die Endnote</u></b></p> <p>30%</p>
10	<p><b><u>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r</u></b></p> <p>Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Bernd Runge</p> <p>hauptamtlich Lehrende/r: alle Professorinnen und Professoren des Studiengangs Energiesysteme</p>
11	<p><b><u>Literatur</u></b></p>
12	<p><b><u>Anmerkung</u></b></p> <p>-</p>

<b>Kolloquium</b>					
<b>Kürzel</b> KQ	<b>Workload in h</b> 120	<b>Credits</b> 4	<b>Fachsemester</b> 4	<b>Häufigkeit</b> jedes Semester	<b>Dauer</b> 1 Semester
1	<b>Lehrveranstaltungen</b>			<b>Kontaktzeit in h</b>	<b>Selbststudium in h</b>
	Kolloquium			0	120
2	<b><u>Lernergebnisse (learning outcomes)/Kompetenzen</u></b> Die Studierenden beherrschen Techniken zur Darstellung, Erläuterung und Verteidigung der erzielten Ergebnisse zu einem zuvor in der Thesis bearbeiteten komplexen Arbeitsgebiet innerhalb der gewählten Vertiefung.				
3	<b><u>Inhalte</u></b> Das thematisch abgegrenzte Aufgabengebiet der Thesis wird mit ingenieurwissenschaftlichen Methoden aufgearbeitet und präsentiert. Argumentationsketten für die gewählte Vorgehensweise und die inhaltliche Vorgehensweise bei der Bearbeitung werden gebildet.				
4	<b><u>Lehrformen</u></b> Seminar				
5	<b><u>Teilnahmevoraussetzungen</u></b> Formal gelten die Vorgaben der jeweils gültigen Prüfungsordnung Inhaltlich:				
6	<b><u>Prüfungsformen</u></b> Ausarbeitung einer Präsentation und mündliche Prüfung				
7	<b><u>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</u></b> Mündliche Prüfung muss bestanden se				
8	<b><u>Verwendung des Moduls</u></b> MA Energiesysteme				
9	<b><u>Stellenwert der Note für die Endnote</u></b> 10%				
10	<b><u>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r</u></b> Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Bernd Runge hauptamtlich Lehrende/r: alle Professorinnen und Professoren des Studiengangs Energiesysteme				
11	<b><u>Literatur</u></b>				
12	<b><u>Anmerkung</u></b> -				