

**MODULHANDBUCH**

**MA - STUDIENGANG:**

**ELEKTROTECHNIK UND ENERGIESYSTEME**

**FACHBEREICH ELEKTROTECHNIK**

(AUSGABE: 2022.12)

Vollzeitvariante

Masterstudiengang: Elektrotechnik und 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 8 ECTS				aus Katalog 8 ECTS				14 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 8 ECTS				ES, AT, AS, EW 8 ECTS				aus Katalog 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 8 ECTS				ES, AT, AS, EW 8 ECTS				aus Katalog 8 ECTS				6 ECTS											

Teilzeitvariante

Masterstudiengang: Elektrotechnik und 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.	<b>MT</b>																					<b>Koll</b>		
	Master Thesis																					Kolloquium		
	26 ECTS																					4 ECTS		
	<b>PA 2</b>						<b>MSA</b>																	
5.	Projektarbeit 2						Masterstudienarbeit																	
	6 ECTS						14 ECTS																	
4.	<b>WP 3</b>						<b>WP 4</b>						<b>PA 1</b>											
	Wahlpflichtmodul(e) 3						Wahlpflichtmodul(e) 4						Projektarbeit 1											
	aus Katalog						aus Katalog						6 ECTS											
3.	<b>WP 1</b>						<b>WP 2</b>																	
	Wahlpflichtmodul(e) 1						Wahlpflichtmodul(e) 2																	
	aus Katalog						aus Katalog																	
2.	<b>TE</b>						<b>PM 2</b>																	
	Pflichtmodul						Pflichtmodul 2																	
	Theoretische Elektrotechnik						ES, AT, AS, EW																	
1.	<b>HM</b>						<b>PM 1</b>																	
	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	90	150	1 bzw. 2	
			Vorlesung/Übung	8	4	2	0	0	240	90	150	1 bzw. 2	
	2	TE	Theoretische Elektrotechnik	8	4	2	0	0	240	90	150	1 bzw. 2	
			Vorlesung/Übung	8	4	2	0	0	240	90	150	1 bzw. 2	
	3	PM1	Pflichtmodul 1	8	4	2	0	0	240	90	150	1 bzw. 2	
			Vorlesung/Übung	8	4	2	0	0	240	90	150	1 bzw. 2	
	4	PM2	Pflichtmodul 2	8	4	2	0	0	240	90	150	1 bzw. 2	
			Vorlesung/Übung	8	4	2	0	0	240	90	150	1 bzw. 2	
	<b>Wahlmöglichkeit für Pflichtmodul PM1 und PM2 aus den folgenden 4 Wahlpflichtmodulen:</b>												
		ES	Energiesystemtechnik	8	4	2	0	0	240	90	150	1 bzw. 2	
			Ausgleichsvorgänge und Netzurückwirkungen	4	2	1	0	0	120	45	75	1 bzw. 2	
			Transport- und Verteilnetzsysteme	4	2	1	0	0	120	45	75	1 bzw. 2	
		AT	Antriebssystemtechnik	8	4	2	0	0	240	90	150	1 bzw. 2	
			Leistungselektronische und elektromechanische Systeme	4	2	1	0	0	120	45	75	1 bzw. 2	
			Regelsysteme	4	2	1	0	0	120	45	75	1 bzw. 2	
		EL	Elektronik und Sensorik	8	4	2	0	0	240	90	150	1 bzw. 2	
			Industrieelektronik	4	2	1	0	0	120	45	75	1 bzw. 2	
			Messsysteme	4	2	1	0	0	120	45	75	1 bzw. 2	
		EW	Energiewirtschaft	8	4	2	0	0	240	90	150	1 bzw. 2	
			Energiebetriebswirtschaft	4	2	1	0	0	120	45	75	1 bzw. 2	
		Energieanwendungsmanagement	4	2	1	0	0	120	45	75	1 bzw. 2		
	5	WP1	Wahlmodul 1 aus Katalog	8	4	2	0	0	240	90	150	1 bzw. 2	
			Vorlesung/Übung	8	4	2	0	0	240	90	150	1 bzw. 2	
	6	WP2	Wahlmodul 2 aus Katalog	8	4	2	0	0	240	90	150	1 bzw. 2	
			Vorlesung/Übung	8	4	2	0	0	240	90	150	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	90	150	3	
			Vorlesung/Übung	8	4	2	0	0	240	90	150	3	
	10	WP4	Wahlmodul 4 aus Katalog	8	4	2	0	0	240	90	150	3	
			Vorlesung/Übung	8	4	2	0	0	240	90	150	3	
	11	MSA	Masterstudienarbeit	14	0	0	0	0	420	20	400	3	
			Praktische Arbeit	14	0	0	0	420	20	400	3		

1,2		<b>Katalog für Wahlmodul WP1 bis 4:</b>									
	IAS	Intelligente Antriebssysteme	8	4	2	0	0	240	90	150	1, 2 oder 3
		Elektronische Antriebe	4	2	1	0	0	120	45	75	1, 2 oder 3
		Moderne Antriebssteuerungen	4	2	1	0	0	120	45	75	1, 2 oder 3
	MAS	Modellierung von Antriebssyst.	8	4	2	0	0	240	90	150	1, 2 oder 3
		Numerische Modellierung elektr. Antriebssysteme	4	2	1	0	0	120	45	75	1, 2 oder 3
		Analytische Modellierung elektr. Antriebssysteme	4	2	1	0	0	120	45	75	1, 2 oder 3
	IES	Industrial Computing	8	4	2	0	0	240	90	150	1, 2 oder 3
		Multicore Architekturen	4	2	1	0	0	120	45	75	1, 2 oder 3
		Hardwarenahe Programmierung	4	2	1	0	0	120	45	75	1, 2 oder 3
	MCD	Mixed-Signal CMOS Design	8	4	2	0	0	240	90	150	1, 2 oder 3
		Analog CMOS Design	4	2	1	0	0	120	45	75	1, 2 oder 3
		Digital CMOS Design	4	2	1	0	0	120	45	75	1, 2 oder 3
	ISS	Intelligente Sensorsysteme	8	4	2	0	0	240	90	150	1, 2 oder 3
		Technologie	4	2	1	0	0	120	45	75	1, 2 oder 3
		Systemintegration	4	2	1	0	0	120	45	75	1, 2 oder 3
	ENT	Energieübertragungstechnik	8	4	2	0	0	240	90	150	1, 2 oder 3
		Technologie des Energietransports	4	2	1	0	0	120	45	75	1, 2 oder 3
		Netzregelung	4	2	1	0	0	120	45	75	1, 2 oder 3
	EAU	Energieautomation	8	4	2	0	0	240	90	150	1, 2 oder 3
		Netzführung	4	2	1	0	0	120	45	75	1, 2 oder 3
		Sekundärtechnik und Netzautomation	4	2	1	0	0	120	45	75	1, 2 oder 3
	HES	Hybride Energiesysteme	8	4	2	0	0	240	90	150	1, 2 oder 3
		Microgrids	4	2	1	0	0	120	45	75	1, 2 oder 3
		AC DC- Systeme	4	2	1	0	0	120	45	75	1, 2 oder 3
	EQN	Elektrische Energiequellen	8	4	2	0	0	240	90	150	1, 2 oder 3
		Elektrische Energieerzeugungsanlagen	4	2	1	0	0	120	45	75	1, 2 oder 3
		Elektrische Energiespeichersysteme	4	2	1	0	0	120	45	75	1, 2 oder 3
	DES	Dezentrale Energiesysteme	8	4	2	0	0	240	90	150	1, 2 oder 3
		Wirtschaft dezentraler Systeme	4	2	1	0	0	120	45	75	1, 2 oder 3
		Energieeinspeise- und Speichersysteme	4	2	1	0	0	120	45	75	1, 2 oder 3
	ITS	IT-Sicherheit und Datenmanagement	8	4	2	0	0	240	90	150	1, 2 oder 3
		IT-Sicherheit in Energienetzen	4	2	1	0	0	120	45	75	1, 2 oder 3
		Data Science	4	2	1	0	0	120	45	75	1, 2 oder 3
	CMP	Control. u. Managementplanspiel	8	4	2	0	0	240	90	150	1, 2 oder 3
		Controlling	4	2	1	0	0	120	45	75	1, 2 oder 3
		Managementplanspiel	4	2	1	0	0	120	45	75	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			90	150
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 Grundlagen der komplexen Analysis und der komplexen Differentialrechnung wiedergeben und in Beispielen nachprüfen und anwenden;</li> <li>- komplexe Integrale berechnen sowie uneigentliche reelle Integrale mittels des Residuensatz berechnen;</li> <li>- den praktischen Nutzen der Theorie komplexer Funktionen und konformer Abbildungen für Anwendungen in der Elektrotechnik erkennen.</li> </ul> <p>Die Studierenden erwerben die Kompetenz, Probleme aus der Höheren Mathematik, die über den Pflichtstoff der Mathematik I und der 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 Ingenieur*innenberuf.</p>				
3	<b>Inhalte</b>				
	<p>Grundbegriffe der komplexen Analysis</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Grenzwerte, Stetigkeit, Komplexe Funktionen, Konforme Abbildungen</li> </ul> <p>Differenzierbarkeit im Komplexen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Holomorphe Funktionen, Cauchy-Riemannsche Differentialgleichungen,</li> <li>- Singuläre Punkte</li> </ul> <p>Linien-, Kurvenintegral, Totales Differential</p> <p>Integration im Komplexen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cauchysches Integraltheorem, Cauchysche Integralformeln</li> </ul> <p>Reihen, Potenzreihen, Taylorreihen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Reelle reihen, Komplexe Reihen</li> </ul> <p>Laurentreihen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Laurent's Theorem, Klassifizierung von Singularitäten</li> </ul> <p>Der Residuensatz mit Anwendungen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Das Residuumentheorem</li> <li>- Anwendungen: Uneigentliche Integrale, Fourierintegrale,</li> <li>- Integrale mit Unendlichkeitsstellen im Integranden</li> </ul>				

4	<b><u>Lehrformen</u></b> Eine Vorlesung vermittelt die wesentlichen Kenntnisse der Funktionentheorie. 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.
5	<b><u>Teilnahmevoraussetzungen</u></b> Formal gelten die Vorgaben der jeweils gültigen Prüfungsordnung Inhaltlich: Mathematik I + Mathematik II (aus Bachelorstudiengang)
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 Elektrotechnik und 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. Annette Zacharias hauptamtlich Lehrende/r: Dr. rer.nat. Wolfgang Zacharias Prof. Dr. Annette Zacharias
11	<b><u>Literatur</u></b> Spiegel, Murray R. : Komplexe Variablen, 1977, Schaum's Outline, McGraw-Hill, ISBN 0-07-092016-8 Kreyszig, Erwin : Advanced Engineering Mathematics 9th Edition, 2006, John Wiley and Sons 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 Needham Tristan : Anschauliche Funktionentheorie, 2001, Oldenbourg Wissenschaftsverlag GmbH, ISBN 3-486-24578-3
12	<b><u>Anmerkung</u></b> -

<b>Theoretische Elektrotechnik</b>					
<b>Kürzel</b>	<b>Workload in h</b>	<b>Credits</b>	<b>Fachsemester</b>	<b>Häufigkeit</b>	<b>Dauer</b>
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			90	150
2	<b>Lernergebnisse (learning outcomes)/Kompetenzen</b>				
	<p>Beherrschung feldtheoretischer Zusammenhänge über die Maxwellschen Gleichungen und Anwendung vorwiegend analytischer 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 der klassischen elektromagnetischen Feldtheorie</li> <li>- Elektrostatik, stationäres Strömungsfeld, Magnetostatik, Induktionseffekte, Wellenausbreitung</li> <li>- Maxwellsche Gleichungen in Differential- und Integralform, Randbedingungen, Wellengleichungen und ihre Lösungen</li> <li>- Methodik/Verfahren zur Lösung elektromagnetischer Feldprobleme</li> </ul>				
4	<b>Lehrformen</b>				
Vorlesung/seminaristische Veranstaltung und Übung.					
5	<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>				
	<p>Formal gelten die Vorgaben der jeweils gültigen Prüfungsordnung</p> <p>Inhaltlich:</p>				
6	<b>Prüfungsformen</b>				
Klausur					
7	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</b>				
Modulprüfung muss bestanden sein					
8	<b>Verwendung des Moduls</b>				
MA Elektrotechnik und Energiesysteme					
9	<b>Stellenwert der Note für die Endnote</b>				
	5,33%				
10	<b>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r</b>				
	Modulbeauftragte/r:		Prof. Dr. Nick Raabe		
hauptamtlich Lehrende/r:		Prof. Dr. Nick Raabe			
11	<b>Literatur</b>				
	P. Leuchtman, Einführung in die elektromagnetische Feldtheorie, Pearson, 2005				
	D. J. Griffiths, Elektrodynamik, Pearson, 2015				
	M. Leone, Theoretische Elektrotechnik, Springer, 2018				
	S. Roth, A.Stahl , Elektrizität und Magnetismus, Springer, 2018				
12	<b>Anmerkung</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
1	<b>Lehrveranstaltungen</b>			<b>Kontaktzeit in h</b>	<b>Selbststudium in h</b>
	Ausgleichsvorgänge und Netzurückwirkungen			45	75
	Transport- und Verteilnetzsysteme			45	75
2	<b>Lernergebnisse (learning outcomes)/Kompetenzen</b>				
	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.				
3	<b>Inhalte</b>				
	<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) als Rechnerpraktikum.
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 Elektrotechnik und 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.) Netzurückwirkungen, 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			45	75
	Regelsysteme			45	75
2	<b>Lernergebnisse (learning outcomes)/Kompetenzen</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>Inhalte</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 Elektrotechnik und 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,
12	<b><u>Anmerkung</u></b> -

<b>Elektronik und Sensorik</b>					
<b>Kürzel</b>	<b>Workload in h</b>	<b>Credits</b>	<b>Fachsemester</b>	<b>Häufigkeit</b>	<b>Dauer</b>
AS	240	8	1 bzw. 2	Sommersem.	1 Semester
1	<b>Lehrveranstaltungen</b>			<b>Kontaktzeit in h</b>	<b>Selbststudium in h</b>
	Industrieelektronik			45	75
	Messsysteme			45	75
<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>2 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>					
<b>Inhalte</b>					
<p>Veranstaltung Industrieelektronik:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Systeme und Komponenten der Automatisierungstechnik</li> <li>- Anforderungen an elektronische Komponenten in der Automatisierungstechnik</li> <li>- Abstandssensorik in der Automatisierungstechnik</li> <li>- Optische Sender</li> <li>- Zuverlässigkeit von Geräten und Systemen</li> <li>- Industrielle Kommunikation und Interfaces (z.B. AS-Interface, Profibus, IO-Link)</li> <li>- Risikoanalyse in der Elektronik und Automatisierungstechnik (z.B. Failure Modes and Effects Analysis; FMEA),</li> </ul> <p>3</p> <p>Veranstaltung Messsysteme:</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>- Systeme und Komponenten zur Signalgenerierung und -detektion</li> <li>- Mess- und Prüftechnik zur zerstörungsfreien Prüfung</li> <li>- Aufbau und Funktion ausgewählter Messsysteme der Automatisierungstechnik (z.B. NMR-Messsystem)</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 Elektrotechnik und 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. Jan Watzlaw 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 Hering, Ekbert; Martin, Rolf: Photonik, Springer Verlag Hesse, Stefan: Sensoren für die Prozess- und Fabrikautomation, Springer Verlag Jahns, Jürgen: Photonik, Oldenbourg Wissenschaftsverlag Keferstein, Claus P.: Fertigungsmesstechnik, Springer Verlag Schiffner, Gerhard: Optische Nachrichtentechnik, 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 Meyer, Martin: Signalverarbeitung, Springer Verlag Blümich, Bernhard; Haber-Pohlmeier, Sabina; Zia, Wasif: Compact NMR, De Gruyter Verlag Diverse wissenschaftliche Veröffentlichungen</p>
12	<p><b><u>Anmerkung</u></b> -</p>

<b>Energiewirtschaft</b>					
<b>Kürzel</b>	<b>Workload in h</b>	<b>Credits</b>	<b>Fachsemester</b>	<b>Häufigkeit</b>	<b>Dauer</b>
EW	240	8	1 bzw. 2	Sommersem.	1 Semester
1	<b>Lehrveranstaltungen</b>			<b>Kontaktzeit in h</b>	<b>Selbststudium in h</b>
	Energiebetriebswirtschaft			45	75
	Energieanwendungsmanagement			45	75
2	<b><u>Lernergebnisse (learning outcomes)/Kompetenzen</u></b>				
	<p><b>Energiebetriebswirtschaft:</b> 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><b>Energieanwendungsmanagement:</b> 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.: Gasmangellage, Kernenergieausstieg, ...) und deren betriebs- und volkswirtschaftlichen Auswirkungen diskutiert und beleuchtet.

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

- Zusammenhang von Energieerzeugung und Energieanwendung
  - Ökologische Aspekte der Energieanwendung
  - Reduktion des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes: Ziele und Maßnahmen
  - 3 - Energiemanagementsysteme nach DIN EN ISO 50001
  - Energieeffizienz
  - Energieausweis
  - 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
7	<b><u>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</u></b> Modulprüfung muss bestanden sein
8	<b><u>Verwendung des Moduls</u></b> MA Elektrotechnik und 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 (2017) 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 (2018)
12	<b><u>Anmerkung</u></b> -

<b>Intelligente Antriebssysteme</b>					
<b>Kürzel</b>	<b>Workload in h</b>	<b>Credits</b>	<b>Fachsemester</b>	<b>Häufigkeit</b>	<b>Dauer</b>
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			45	75
	Moderne Antriebssteuerungen			45	75
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, Pulsmusterzeugung 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 Elektrotechnik und 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
12	<b><u>Anmerkung</u></b> -

<b>Modellierung von Antriebssystem.</b>					
<b>Kürzel</b>	<b>Workload in h</b>	<b>Credits</b>	<b>Fachsemester</b>	<b>Häufigkeit</b>	<b>Dauer</b>
MAS	240	8	1, 2 oder 3	Wintersem.	1 Semester
	<b>Lehrveranstaltungen</b>			<b>Kontaktzeit in h</b>	<b>Selbststudium in h</b>
1	Numerische Modellierung elektr. Antriebssysteme			45	75
	Analytische Modellierung elektr. Antriebssysteme			45	75
2	<b>Lernergebnisse (learning outcomes)/Kompetenzen</b> Ziel der Vorlesung "Modellbildung elektrischer Antriebssysteme" ist die Erlangung der Kenntnis über und analytische und numerische Methoden zur Auslegung elektrischer Antriebssysteme und Simulation des Betriebsverhaltens. Die theoretischen Grundlagen analytischer und numerischer Modelle werden erarbeitet und in praxisnahen Simulationsbeispielen angewendet. Durch das Erlernen der zwei unterschiedlichen Methoden (analytisch und numerisch) mit Ihren Vor- und Nachteilen sind die Studierenden in der Lage, diese anwendungsspezifisch gegeneinander abzuwägen und eine Entscheidung zu treffen.				
3	<b>Inhalte</b> Numerische Modellierung elektrischer Antriebssysteme: Die Lehrveranstaltung behandelt zunächst die theoretischen Grundlagen zur Finite Elemente Methode (FEM). Anschließend wird dargestellt, wie magnetische Kreise mit Hilfe von FEM gelöst werden können. Ausgehend von einfachen Beispielen wird die Methode dann auf die elektrischen Maschinen (Transformator, Asynchronmaschine, Synchronmaschine) übertragen. Eine Analyse der Ergebnisse wird durchgeführt, um zum Einen den Maschinenentwurf zu bewerten und zum Anderen bekannte Parameter der Ersatzschaltbilder abzuleiten und mit analytischen Berechnungen zu vergleichen.  Analytische Modellierung elektrischer Antriebssysteme: Die Lehrveranstaltung besteht aus den Kapiteln Modellierung, Simulation, Modelica, Anwendung von Modelica in der elektrischen Antriebstechnik. Im Rahmen der systemtheoretischen Grundlagen wird die physikalische Modellierung mit Hilfe von Fluss- und Potentialgrößen erarbeitet. Anschließend wird die objektorientierte Beschreibungssprache Modelica eingeführt, die auf dieses Prinzip aufsetzt. Nach Erlernen der wichtigsten Sprachbestandteile und Besonderheiten von Modelica werden die Studierenden angeleitet, Modellierungen und Simulationen aus dem Bereich der elektrischen Antriebstechnik selbstständig mit der Software Dymola oder auch OpenModelica durchzuführen.				
4	<b>Lehrformen</b> Seminaristische Veranstaltung				
5	<b>Teilnahmevoraussetzungen</b> Formal gelten die Vorgaben der jeweils gültigen Prüfungsordnung Inhaltlich:				
6	<b>Prüfungsformen</b> Klausur oder mündliche Prüfung (je nach Teilnehmerzahl und in Absprache mit dem ganzen Kurs)				
7	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</b> Modulprüfung muss bestanden sein				
8	<b>Verwendung des Moduls</b> MA Elektrotechnik und Energiesysteme				
9	<b>Stellenwert der Note für die Endnote</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> Janschek, K.: Systementwurf mechatronischer Systeme, Springer, 2010 Isermann, R.: Mechatronische Systeme, Springer, 2007 Fritzon, P.: Introduction to modeling and simulation of technical and physical systems, Wiley, 2012, Bianchi, N.: Electrical Machine Analysis Using Finite Elements, CRC Press, 2005 Hrabovcová, V.; Rafajdus, P.; Makyš, P.: Analysis of Electrical Machines, IntechOpen, 2020
12	<b><u>Anmerkung</u></b> -

Industrial Computing					
Kürzel	Workload in h	Credits	Fachsemester	Häufigkeit	Dauer
IES	240	8	1, 2 oder 3	Wintersem.	1 Semester
1	<b>Lehrveranstaltungen</b>			<b>Kontaktzeit in h</b>	<b>Selbststudium in h</b>
	Multicore Architekturen			45	75
	Hardwarenahe Programmierung			45	75
2	<b><u>Lernergebnisse (learning outcomes)/Kompetenzen</u></b>				
	<p>Multicore Architekturen: Die Studierenden erhalten einen Überblick über den Aufbau und die Funktionsweise von Multicore Architekturen, sowie deren Anwendungsgebiete in der Industrie. Dabei lernen die Teilnehmer die Modellierung und Simulation von solchen Systeme kennen. Darüber hinaus können sie eigene eingebettete Multi-Core Architekturen mit Hilfe von programmierbaren Chips entwickeln. Die Studierenden lernen zudem parallele Anwendungen mittels Middleware Software zu implementieren.</p> <p>Hardwarenahe Programmierung: Die Studierenden vertiefen Ihre C/C++ Kenntnisse und erlernen die Hardwarebeschreibungssprache Verilog mit dem Fokus auf heterogene eingebettete Systeme. Neben der hardwarenahen Programmierung von Prozessoren, sind die Studierenden ebenso vertraut mit der Beschleunigung von Codesegmenten durch die Einbindung von Hardwarerweiterungen für Spezialaufgaben. Die Studierenden partitionieren eine exemplarische Rechenaufgabe zwischen Hardware und Software unter Gesichtspunkten der Ressourcenoptimierung, Ausführungsgewindigkeit, Reaktionszeiten, funktionale Sicherheit und Zuverlässigkeit . Die Studierende lernen übliche Echtzeibetriebssysteme und ihre Bestandteile kennen und verstehen welches Betriebssystem optimal zur jeweiligen Applikation passt.</p>				
3	<b><u>Inhalte</u></b>				
	<p>Veranstaltung Multicore Architekturen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Industrielle Anwendungsgebiete, Klassifizierung und Performanz Abschätzung von Multicore Architekturen</li> <li>- Aufbau und Komponenten von Multicore Architekturen</li> <li>- Kommunikationsinfrastrukturen (z.B. Bus, Network-on-Chip)</li> <li>- Modellierung und Simulation von Kommunikations- und Rechnerarchitekturen</li> <li>- Entwurf von Multiprozessorsystemen und Hardwarebeschleunigern mittels FPGAs</li> <li>- Parallele Programmierung Hardwarenahe Programmierung</li> </ul> <p>Veranstaltung Hardwarenahe Programmierung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Verilog Hardwarebeschreibungssprache</li> <li>- Hardwarenahe Programmierertechniken in C/C++</li> <li>- Aufbau und Funktionsweise von eingebetteten Betriebssystemen (z. B. Petalinux, FreeRTOS)</li> <li>- Hardware/Software Partitionierung</li> <li>- CORDIC, Diskrete Kosinustransformation, Mehrdimensionale Faltungen</li> </ul>				

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 Elektrotechnik und 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. Jens Rettkowski hauptamtlich Lehrende/r: Prof. Dr. Jens Rettkowski, Prof. Dr. Michael Karagounis
11	<b><u>Literatur</u></b> P. Marwedel: "Embedded System Design - Embedded Systems Foundations of Cyber-Physical Systems, and the Internet of Things", 4th Edition, 2021. J. L. Hennessy, D. A. Patterson: "Computer Architecture - A Quantitative Approach"; Morgan Kaufmann Publishers, Fifth Edition, 2012. S. Pasricha, N. Dutt: "On-Chip Communication Architectures - System-on-Chip Interconnect"; Morgan Kaufmann Series in Systems-on-Silicon, 2008. W. J. Dally, B. P. Towles: "Principles and Practices of Interconnection Networks"; 2. Edition, Morgan Kaufmann Series in Computer Architecture and Design, 2004 Bernhard Hoppe, Verilog: Modellbildung für Synthese und Verifikation, Oldenbourg, 2009 Samir Palniktar, Verilog HDL A Guide to Digital Synthesis, Pearson Education, 2nd Edition, 2003 D. Zöbel, Echtzeitsysteme - Grundlagen der Planung, Springer-Verlag, 2008 U. Meyer-Baese, Digital signal processing with field programmable gate arrays, Springer, 2007
12	<b><u>Anmerkung</u></b> -

<b>Mixed-Signal CMOS Design</b>					
<b>Kürzel</b>	<b>Workload in h</b>	<b>Credits</b>	<b>Fachsemester</b>	<b>Häufigkeit</b>	<b>Dauer</b>
MCD	240	8	1, 2 oder 3	Sommersem.	1 Semester
1	<b>Lehrveranstaltungen</b>			<b>Kontaktzeit in h</b>	<b>Selbststudium in h</b>
	Analog CMOS Design			45	75
	Digital CMOS Design			45	75
2	<b>Lernergebnisse (learning outcomes)/Kompetenzen</b>				
	<p>Die Studierende erlernen die Methodik für den Entwurf integrierter Schaltungen sowohl im Kontext analoger als auch digitaler Systeme. Darüber hinaus werden die Studierenden in die Lage versetzt, beide Entwurfswelten zu kombinieren und komplexe Mixed-Signal Systeme zu erstellen. Die Studierenden sind nach Besuch der Veranstaltung in der Lage CMOS Schaltungen zu analysieren und das erworbene Wissen kreativ beim Entwurf einzusetzen. Zusätzlich erhalten die Studierenden eine intensive Einführung in die Nutzung professioneller Entwurfswerkzeuge, welche sich als Standardanwendung in der Industrie durchgesetzt haben. Teilnehmer erhalten einen Einblick in gängige Mixed-Signal Design Blöcke wie beispielsweise Analog-Digital bzw. Digital-Analog Converter oder Phase-Lock bzw. Delay-Lock Loops. Etablierte Verifikationsmethoden wie die Unified Verification Methodology wird den Studierenden nahe gebracht.</p>				
3	<b>Inhalte</b>				
	<p>Teilmodul: Digital CMOS Design</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Übersicht Desing Flow</li> <li>-Hardwarebeschreibungssprachen: Verilog, System-C, Mixed-Language</li> <li>-Synthese</li> <li>-Design Constraints</li> <li>-Place &amp; Route</li> <li>-Design For Testibility (DFT)</li> </ul> <p>Teilmodul: Analog CMOS Schaltungsentwurf</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- MOS Transistor Modell</li> <li>- Kurzkanaleffekte</li> <li>- Rauschen</li> <li>- Stromspiegel</li> <li>- Arbeitspunkteinstellung</li> <li>- Invertierender Verstärker</li> <li>- Differentieller Verstärker</li> <li>- Bandgap-Spannungsreferenz</li> <li>- Linearregler</li> </ul> <p>Nach Vermittlung der grundlegenden Themen werden weitere Einblicke lehrveranstaltungsübergreifend an Hand von konkreten Mixed-Signal Schaltungsbeispielen wie ADC, DAC, PLL, DLL Bausteinen vermittelt und mit gängigen Verifikationsmethoden untersucht.</p>				

4	<b><u>Lehrformen</u></b> Vorlesung, 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 Elektrotechnik und 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
11	<b><u>Literatur</u></b> Razavi, Design Of Analog Cmos Integrated Circuit , 2Nd Edition, McGraw-Hill Baker, Cmos: Circuit Design, Layout, and Simulation, 4th Edition, Wiley-Blackwell Allen, Holberg, CMOS Analog Circuit Design, Oxford University Press Sansen, Analog Design Essentials, Springer Hubert Kaeslin: "Top-Down Digital VLSI Design", Morgan Kaufmann, December 2014 Erik Brunvand, Digital VLSI Chip Design with Cadence and Synopsys CAD Tools, Pearson Education Weste, Harris, CMOS VLSI Design, 4th edition, Addison-Wesley Nikolic, Rabae, Chandrakasan, Digital Integrated Circuits: A Design Perspective, Pearson Education
12	<b><u>Anmerkung</u></b> -

<b>Intelligente Sensorsysteme</b>					
<b>Kürzel</b>	<b>Workload in h</b>	<b>Credits</b>	<b>Fachsemester</b>	<b>Häufigkeit</b>	<b>Dauer</b>
ISS	240	8	1, 2 oder 3	Jährlich	1 Semester
	<b>Lehrveranstaltungen</b>			<b>Kontaktzeit in h</b>	<b>Selbststudium in h</b>
1	Technologie			45	75
	Systemintegration			45	75
	<b>Lernergebnisse (learning outcomes)/Kompetenzen</b>				
2	<p>Die Studierenden haben einen Überblick über den Einsatz von Sensoren in intelligenten Systemen. Sie kennen die technischen Ansätze von smarten Sensoren sowie deren Funktionsweise und Realisierungsformen. Die Studierenden sind mit den wesentlichen technologischen Grundlagen zur Realisierung von intelligenten Sensoren sowie Mikrosystemen vertraut. Sie sind in der Lage sensorspezifische Signale auszulesen und vorzuverarbeiten, Berechnungen auf dieser Basis durchzuführen und wesentliche Parameter des Systems in Bezug auf die jeweilige Sensorperformance zu optimieren.</p> <p>Die Studierenden kennen den grundlegenden Aufbau von Sensorsystemen aus einzelnen Sensorkomponenten und das Zusammenspiel dieser Komponenten mit ihren Schnittstellen in der resultierenden Systemarchitektur. Sie sind mit den Grundprinzipien der Verarbeitung von Sensordaten auf Systemebene vertraut, sowohl in der analogen als auch in der digitalen Domäne. Sie sind in der Lage, geeignete Systeme und Algorithmen zur Filterung von Sensordaten auszuwählen und für praktische Anwendungsfälle zu dimensionieren. Darüber hinaus verstehen sie die Funktionsweise und den Nutzen von Softwarealgorithmen zur Verarbeitung von mehrdimensionalen Sensordaten in Multisensoriksystemen.</p>				
	<b>Inhalte</b>				
3	<p>Veranstaltung Technologie</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Überblick und Definitionen</li> <li>- Technologie und Herstellung von integrierten Sensoren</li> <li>- Smart Sensors, Funktionsweise und Signalauswertung</li> <li>- Definition und Optimierung von relevanten Systemparametern zur Steigerung der Performance</li> </ul> <p>Veranstaltung Systemintegration</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Integration einzelner Sensorkomponenten in einem Gesamtsystem</li> <li>- Wesentliche Grundbegriffe und Verfahren der analogen und digitalen Sensor-Signalverarbeitung</li> <li>- Systeme und Algorithmen zur Filterung von Sensordaten</li> <li>- Kombination von Sensoren in Multisensoriksystemen</li> <li>- Sensordatenfusion / Signalkombinationsalgorithmen in einem Sensorsystem</li> </ul>				
	<b>Lehrformen</b>				
4	<p>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>				
	<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>				
5	<p>Formal gelten die Vorgaben der jeweils gültigen Prüfungsordnung</p> <p>Inhaltlich:</p>				
	<b>Prüfungsformen</b>				
6	<p>Klausur oder mündliche Prüfung (je nach Anzahl Teilnehmender und in Absprache mit dem ganzen Kurs)</p>				
	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</b>				
7	<p>Modulprüfung muss bestanden sein</p>				

8	<b><u>Verwendung des Moduls</u></b> MA Elektrotechnik und 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. Jan Watzlaw hauptamtlich Lehrende/r: Prof. Dr. Holger Kraft
11	<b><u>Literatur</u></b> Meroth, A.; Sora, P.: Sensornetzwerke in Theorie und Praxis, Springer, 2021 Meijer, G. C. M.: Smart Sensor Systems, John Wiley & Sons, 2008 Zentner, L.; Strehle, S.: Microactuators, Microsensors and Micromechanisms: MAMM2020, Springer 2021 Tränkler, H.-R.; Reindl, L. M.: Sensortechnik, Springer, 2014 Meyer, Martin: Signalverarbeitung, Springer Verlag Hoffmann, J.; Quint, F.: Signalverarbeitung mit MATLAB und Simulink, Oldenbourg, 2012 Hoffmann, J.; Quint, F.: Signalverarbeitung in Beispielen, Oldenbourg, 2016 Werner, M.: Digitale Signalverarbeitung mit MATLAB, Springer, 2019 Mitchell, H. B.: Data Fusion: Concepts and Ideas, Springer, 2012 Diverse wissenschaftliche Veröffentlichungen
12	<b><u>Anmerkung</u></b> -

<b>Energieübertragungstechnik</b>					
<b>Kürzel</b>	<b>Workload in h</b>	<b>Credits</b>	<b>Fachsemester</b>	<b>Häufigkeit</b>	<b>Dauer</b>
ENT	240	8	1, 2 oder 3	Sommersem.	1 Semester
	<b>Lehrveranstaltungen</b>			<b>Kontaktzeit in h</b>	<b>Selbststudium in h</b>
1	Technologie des Energietransports			45	75
	Netzregelung			45	75
	<b>Lernergebnisse (learning outcomes)/Kompetenzen</b>				
2	<p>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.</p> <p>Die Studierenden verfügen über Kenntnisse zur Wirkung und Rückwirkung von Regelkomponenten und Kompensationseinheiten in Netzen.</p> <p>Sie verfügen über Kenntnisse zur Auslegung und Simulation von Netzregelanlagen.</p> <p>Sie sind in der Lage komplexe Aufgabenstellungen durch eigenständige Wahl geeigneter Hilfsmittel (z.B. Software-Tools MicroCap, Simplorer, NETOMAC oder NEPLAN) zu lösen.</p>				

**Inhalte**

Technologie des Energietransports:

- Betriebsmittel des Energietransports und deren Beanspruchungsarten (AC, DC, Mischbeanspruchung)
- Eigenschaften von Isoliergasen
- 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 innere 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
- Lichtbogmodellierung und Lichtbogenlöschung
- Design und Bemessung von Lichtbogenanordnungen am Beispiel von Trenn-, Last-, und Leistungshaltern, sowie Ableiterfunkenstrecken
- 3 - Überwachung und Diagnose der Isolieranordnungen in den Betriebsmitteln

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 Elektrotechnik und 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
1	<b>Lehrveranstaltungen</b>			<b>Kontaktzeit in h</b>	<b>Selbststudium in h</b>
	Netzführung			45	75
	Sekundärtechnik und Netzautomation			45	75
2	<b>Lernergebnisse (learning outcomes)/Kompetenzen</b>				
	<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.</p> <p>Neben den Fachkenntnissen haben die Studierenden in diesem Modul auch Schlüsselqualifikationen erlangt.</p>				
3	<b>Inhalte</b>				
	<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 System-standards IEC 61850</li> <li>- Grundlagen XML-basierter Datenbeschreibungen und ihre Anwendung für System-beschreibungen 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 Systemengineerings von der Spezifikation über die Systemkonfiguration bis zur Geräteparametrierung. 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
7	<b><u>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</u></b> Modulprüfung muss bestanden sein
8	<b><u>Verwendung des Moduls</u></b> MA Elektrotechnik und 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. Kai Lupp hauptamtlich Lehrende/r: Prof. Dr. Kai Lupp
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> -

<b>Hybride Energiesysteme</b>					
<b>Kürzel</b>	<b>Workload in h</b>	<b>Credits</b>	<b>Fachsemester</b>	<b>Häufigkeit</b>	<b>Dauer</b>
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			45	75
	AC DC- Systeme			45	75
2	<b>Lernergebnisse (learning outcomes)/Kompetenzen</b>				
	<p>Die Studierenden kennen die charakteristischen Eigenschaften, Anwendungen und Anforderungen von Mini- und Mikronetzen und können diese gegenüber den klassischen Verbundnetzen abgrenzen. Sie kennen auch die Eigenschaften der dezentralen Verbrauchs-, Erzeuger- und Speichersysteme und können diese beschreiben. Sie 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 Mirco- und Mininetzen und können deren Betriebsgrenzen aufzeigen und einfache Rechnungen zur wirtschaftlichen und technischen Auslegung und Optimierung durchführen. Im Bereich der AC/DC-Systeme kennen die Studierenden die Besonderheiten, Abgrenzungen und Anwendungsbereiche der beiden Stromsysteme. Sie kennen die beiderseitigen Vor- und Nachteile und können Sie gegenüberstellen. Des Weiteren verfügen Sie über Kenntnisse der für beide Stromsysteme notwendigen technischen Betriebsmittel.</p>				
3	<b>Inhalte</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 (Erzeugunseinheiten, Speichereinheiten, Lasten) in Mini- und Micronetzen, Komponentenanforderungen</li> <li>- Anwendungsfälle (industrielles Micronetz, lastgeführtes erneuerbares Kraftwerk, Basiselektrifizierung in netzfernen Gebieten, Stabilisierung der Versorgung in schwachen Netzen,...)</li> <li>- Betriebsarten und Auslegungsmerkmale von Mini- und Micronetzen als Inselnetz, mit ständiger und zeitweiser Verbindung zum Verbundnetz</li> <li>- Lastcharakterisierung in Mini- und Micronetzen</li> <li>- Charakterisierung von Erzeugungseinheiten und Anlagen in Mini- und Micronetzen</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Dimensionierung von Speichersystemen in Mini- und Micronetzen</li> <li>- Wirtschaftliche Betriebsführung durch optimierten Speichereinsatz, Prognoseverfahren</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, mündliche Prüfung, Referat oder Hausarbeit (je nach Teilnehmerzahl und in Absprache mit dem ganzen
7	<b><u>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</u></b> Modulprüfung muss bestanden sein
8	<b><u>Verwendung des Moduls</u></b> MA Elektrotechnik und 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> AC/DC-systeme: uUterlagen zur Vorlesung Microgrids: Unterlagen zur vorlesung, N. Tabatabaei, E. Kabalci, N.Bizon, „Microgrid Architectures, Control and Protection Methods“, Springer Vieweg Verlag N. Hatzargyriou, „Microgrids Architecture and Control“, Wiley Verlag W.Kiank, W. Fruth, „Planungsleitfaden für Energieverteilungsanlagen“, Siemens
12	<b><u>Anmerkung</u></b> -

Elektrische Energiequellen					
Kürzel EQN	Workload in h 240	Credits 8	Fachsemester 1, 2 oder 3	Häufigkeit Jährlich	Dauer 1 Semester
1	<b>Lehrveranstaltungen</b>			<b>Kontaktzeit in h</b>	<b>Selbststudium in h</b>
	Elektrische Energieerzeugungsanlagen			45	75
	Elektrische Energiespeichersysteme			45	75
2	<b>Lernergebnisse (learning outcomes)/Kompetenzen</b>				
	<p>Die Studierenden kennen die charakteristischen Eigenschaften, Anwendungen und Anforderungen von elektrischen Erzeugungsanlagen und können diese vergleichsweise gegenüberstellen. Sie sind in der Lage, elektrische Erzeugungsanlagen technisch zu beschreiben und charakteristische Betriebsfälle zu benennen, sowie Betriebsgrenzen aufzuzeigen. Sie beherrschen deren grundlegende Auslegung und können diese berechnen.</p> <p>Die Studierenden kennen die Eigenschaften von Technologien zur Energiespeicherung, können diese beschreiben und verfügen über das Wissen, unterschiedliche Technologien miteinander zu vergleichen. Sie beherrschen die rechnerische Auslegung elektrischer Energiespeichersysteme und können Betriebsgrenzen aufzeigen.</p>				
3	<b>Inhalte</b>				
	<p>Elektrische Energieerzeugungsanlagen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Konventionelle Stromerzeugung (Braun- &amp; Steinkohlekraftwerke, Kernkraftwerke)</li> <li>- Gaskraftwerke</li> <li>- Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen (Block-Heizkraftwerke, Industriekraftwerke, Brennstoffzellen)</li> <li>- Regenerative Stromerzeugung (Wasserkraft, Photovoltaik und Windkraft sowie Solarthermie und Meereskraftwerke)</li> <li>- Allgemeine Beschreibung der Technologien und eventuelle Charakteristische Unterschiede (z.B. Wirkungsweisen in Abhängigkeit der elektrischen Leistung, etc.)</li> <li>- Spezielle Eigenschaften der Erzeugungskomponenten (Generatoren): Blindleistungsfähigkeit, Wirkungsgrad-Kennlinien</li> <li>- Einsatz von Erzeugungsanlagen: Wirkleistungsabgabe, Teillastbetrieb, Phasenschieberbetrieb, Betrieb und Instandhaltung Management von Instandhaltungsprojekten</li> </ul> <p>Energiespeichersysteme:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Einsatzgebiete elektrischer Speicher</li> <li>- Mechanische Energiespeicher (Pumpspeicherkraftwerke, Druckluftspeicher, Schwungradspeicher)</li> <li>- Elektrische Energiespeicher (Kondensatoren, Doppelschichtkondensatoren, Supraleitende Spulen)</li> <li>- Elektrochemische Speichersysteme (Wasserstoff, Batterien)</li> <li>- Grundbegriffe der elektrischen Energiespeicherung (Kapazität, Ein-/Aus-Speicherleistung, Ladefaktor, Round-Trip-Efficiency, Ladezustand)</li> <li>- Batteriespeichersystemtechnik: Komponenten eines Batteriespeichersystems, Batteriemanagementsysteme, Messtechnik, Leistungselektronik</li> </ul>				

4	<b><u>Lehrformen</u></b> Seminaristische Vorlesung Seminarvortrag (Optional)
5	<b><u>Teilnahmevoraussetzungen</u></b> Formal gelten die Vorgaben der jeweils gültigen Prüfungsordnung Inhaltlich:
6	<b><u>Prüfungsformen</u></b> Klausur, Mündliche Prüfung, Referat
7	<b><u>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</u></b> Modulprüfung muss bestanden sein
8	<b><u>Verwendung des Moduls</u></b> MA Elektrotechnik und 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. Kiel hauptamtlich Lehrende/r: Prof. Dr. Kiel Prof. Dr. Funke
11	<b><u>Literatur</u></b> Unterlagen zur Vorlesung V. Quaschnig: "Regenerative Energiesysteme", Carl Hanser Verlag, 2015 M. Kaltschmitt, W. Streicher, A. Wiese, "Erneuerbare Energien - Systemtechnik, Wirtschaftlichkeit, Umweltaspekte", Springer Verlag 2014 A.U. Schmiegel, "Energiespeicher für die Energiewende", Carl-Hanser-Verlag 2019 R. Korthauer, "Handbuch Lithium-Ionen-Batterien", Springer Vieweg Verlag 2013 A. Jossen, W. Weydanz, "Moderne Akkumulatoren richtig einsetzen", Matrix Media 2019 P. Kurzweil, "Elektrochemische Speicher: Superkondensatoren, Batterien, Elektrolyse-Wasserstoff, Rechtliche Rahmenbedingungen", Carl-Hanser-Verlag 2018
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
1	<b>Lehrveranstaltungen</b>			<b>Kontaktzeit in h</b>	<b>Selbststudium in h</b>
	Wirtschaft dezentraler Systeme			45	75
	Energieeinspeise- und Speichersysteme			45	75
2	<b><u>Lernergebnisse (learning outcomes)/Kompetenzen</u></b>				
	<p><b>Inhaltlich:</b>  Die Studierenden lernen anhand eines Fallbeispiels, anhand von Quartierskonzepten 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 Speicheranlagen und flexibler Verbraucher ergeben.  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.</p> <p><b>Methodisch:</b>  Die Studierenden können mit einer im Markt üblichen üblichen Simulationssoftware dezentrale Systeme modellieren, optimieren und wirtschaftlich bewerten.  Die erstellen eine Fallstudie zur Umsetzung von dezentralen Energieversorgungskonzepten. Im Rahmen dieser Fallstudie setzen sie sich sowohl mit technischen Konzepten als auch mit Methoden der wirtschaftlichen Bewertung auseinander.</p> <p><b>Persönlich/Sozial:</b>  Die Studierenden erarbeiten im Team ein ausgewähltes Thema und präsentieren dies gemeinsam.  Mit der Fragestellung der dezentralen Energieversorgung in neuen und vorhandenen Quartieren setzen sich die Studierenden mit aktuellen Problemen der Energiewende im Fokus des Klimawandels auseinander und können die gesellschaftspolitische Relevanz des Themas einordnen und kommunizieren.</p>				

**Inhalte**

## Technik

- Energieerzeugungs- und Speichersysteme und andere Flexibilitätsmechanismen
- Technik dezentraler Energieerzeugung (Photovoltaik, Wind, Biomasse, ...)
- Technik von Stromspeichern (Pumpspeicher, Batterien, Druckluftspeicher, Methan und Wasserstoffspeicher, ...)
- Beispiele für flexible Verbraucher (Elektrolyse, Elektromobilität, ...)
- Konzepte gemischter Systeme (BHKW oder Wärmepumpen mit Wärmespeichern, ...)
- Kommunikation und Steuerung dezentraler Systeme

3

## Wirtschaft

- Energiemärkte und Vermarktungspotentiale für dezentrale Erzeugung, Speicher und Flexibilität
- Märkte für Energie, Marktrollen und vertragliche Kommunikation
- Geschäftsmodelle für die definierten Marktrollen
- Wirtschaftliche Optimierung von dezentralen Systemen

## Modellierung dezentraler Systeme

- Einführung in die genutzte Software TOP Energy
- Modellierung der Fallbeispiele
- Simulation und Optimierung
- wirtschaftlich/technische Bewertung

4	<p><b><u>Lehrformen</u></b></p> <p>Vorlesungen und Übungen: Das theoretische Fach- und Methodenwissen wird in der Vorlesung präsentiert und erläutert. Die Studenten erstellen eine Fallstudie, mit der sie Ihre fachlichen und methodischen Kenntnisse nachweisen. Die Erstellung dieser Studie wird in den Übungen begleitet.</p> <p>Praktikum: Das Praktikum dient der praktischen Erfahrung von Elementen des Projektmanagements und dem Kennenlernen von Elementen des Energiemanagements.</p>
5	<p><b><u>Teilnahmevoraussetzungen</u></b></p> <p>Formal gelten die Vorgaben der jeweils gültigen Prüfungsordnung</p>
6	<p><b><u>Prüfungsformen</u></b></p> <p>Teamreferat auf Basis einer im Team erstellten Ausarbeitung.</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 Elektrotechnik und Energiesysteme</p>
9	<p><b><u>Stellenwert der Note für die Endnote</u></b></p> <p>5,33%</p>
10	<p><b><u>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r</u></b></p> <p>Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Torsten Füg hauptamtlich Lehrende/r: Prof. Dr. Martin Kiel, Prof. Dr. Torsten Füg</p>
11	<p><b><u>Literatur</u></b></p> <p>Albersmann, J. et al.: Virtuelle Kraftwerke als wirkungsvolles Instrument für die Energiewende, PricewaterhouseCoopers, 2012 Graeber, D.R.: Handel mit Strom aus erneuerbaren Energien, Springer Gabler, Wiesbaden, 2014 Ströbele, W.; Pfaffenberger, W.; et al: Energiewirtschaft: Einführung in Theorie und Politik , 4. Auflage, Oldenbourg Verlag, 2020 Konstantin, Panos: Praxisbuch Energiewirtschaft, 4. Auflage, Springer Vieweg, 2017 Zenke, I.; Wollschläger, St.; Eder. J. (Hrsg): Preise und Preisgestaltung in der Energiewirtschaft, De Gruyter, Berlin, 2015 Quaschnig, V., „Eneuerbare Energien und Klimaschutz“, Hanser Verlag 2013 Schmiegel, A, „Energiespeicher für die Energiewende“, Hanser Verlag 2019 Karle, A., „Elektromobilität – Grundlagen und Praxis“, Hanser Verlag 2018</p>
12	<p><b><u>Anmerkung</u></b></p> <p>-</p>

IT-Sicherheit und Datenmanagement					
Kürzel	Workload in h	Credits	Fachsemester	Häufigkeit	Dauer
ITS	240	8	1, 2 oder 3	Sommersem.	1 Semester
1	<b>Lehrveranstaltungen</b>			<b>Kontaktzeit in h</b>	<b>Selbststudium in h</b>
	IT-Sicherheit in Energienetzen			45	75
	Data Science			45	75
2	<b>Lernergebnisse (learning outcomes)/Kompetenzen</b>				
	<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 gesetzlichen Anforderungen des IT-Sicherheitsgesetzes, BSI-Gesetzes, BSI-Kritis-Verordnungen, IT-Sicherheitskataloges (EnWG §11Abs. 1a) und (EnWG §11Abs. 1b) sowie die Ausführungshinweise der Normen DIN ISO/IEC 27001, DIN ISO/IEC 27002 und DIN ISO/IEC TR 27019 für die Assets des Geltungsbereiches, wie z. B. Steuerungs- und Telekommunikationssysteme, IT-Bestandssysteme, wie EDM-, GIS-, Marktkommunikations- und Prozessleit-Systeme. Es können die notwendigen technischen wie auch organisatorischen Maßnahmen zum sicheren Betrieb der kritischen Infrastruktur abgeleitet sowie eine umfassende Risikoanalyse, -bewertung und -behandlung erstellt werden. Hierzu gehören Maßnahme zur Datensicherung, Testverfahren, hardware- als auch softwareseitige Systemhärtung sowie auch der Einsatz von kryptografischer Verfahren. Neben den Fachkenntnissen haben die Studierenden in diesem Modul auch Schlüsselqualifikationen erlangt. Im Teilmodul Data Science erlernen die Studierenden zunächst die Grundprinzipien der digitalen Aufbereitung, Analyse und Darstellung von Datenstrukturen vor dem Hintergrund technischer Prozessdaten. Daran anschliessend werden verschiedene Algorithmen und Techniken zur Mustererkennung, Klassifikation und Vorhersage auf der Basis dieser digitalen Datenstrukturen behandelt und das Wissen anhand praktischer Beispiele sowie selbst durchgeführter Implementierungen vertieft. Ein Fokus des Moduls Data Science liegt auf dem Gebiet des maschinellen Lernens, bei dem Entscheidungsstrukturen anhand von trainierten Daten getroffen werden und keine explizite Programmierung durchgeführt wird.</p>				

**Inhalte**

IT-(Informationssicherheit)-Sicherheit in Energienetzen:

- Bedrohungslage und Gefährdungspotenziale kritischer Infrastrukturen, insbesondere Energienetze (ÜBN, VNB) (weitere Betrachtung um den intelligenten Messstellenbetreiber (iMSB) und Energieanlagen)
- gesetzte Anforderungen (IT-Sicherheitsgesetz, BSI-Gesetz, BSI-Kritis-Verordnungen, IT-Sicherheitskatalog (EnWG §11Abs. 1a), IT-Sicherheitskatalog (EnWG §11Abs. 1b), BSI Technische Richtlinie (TR-03109))
- kritische Geschäftsprozesse und deren Modellierung (Notation: EPK, BPMN2.0, ...)
- Normen (DIN ISO/IEC 27001, DIN ISO/IEC 27002, DIN ISO/IEC TR 27019, TR-3109-x (BSI))
- Managementsystem (Informationssicherheit und Datenschutz)
- Risikomanagement (Schutzbedarf, Assets, Bedrohung, Schwachstellen, Schadenskategorien nach dem IT-Sicherheitskatalog der BNetzA (Bundennetzagentur))
- 3 - Maßnahme zur Informationssicherheit (kryptografische Verfahren, Protokollierung und Überwachung, Kontrolle des Zugriffs auf Systeme und Anwendungen / Hashfunktionen)

Data Science:

- Datenprozessierung: Roh- und Fertigdaten
- Merkmale, Variablendaten sowie fehlende Daten (Ersatzwerte)
- Datenimporte und verschiedene Datenformate
- Datendarstellung (grafisch, tabellarisch), Datencockpit
- Regressions und Klassifikationsalgorithmen
- Überwachtes und unüberwachtes Lernen
- Aktivierungsfunktionen

	<b><u>Lehrformen</u></b>
4	Seminaristische Veranstaltung, Praktische Durchführung des Aufbaus und des Tests eines sicheren und robusten Datensystems zur Steuerung und Überwachung von Energienetzen.
	<b><u>Teilnahmevoraussetzungen</u></b>
5	Formal gelten die Vorgaben der jeweils gültigen Prüfungsordnung Inhaltlich:
	<b><u>Prüfungsformen</u></b>
6	Klausur oder mündliche Prüfung (je nach Teilnehmerzahl und in Absprache mit dem ganzen Kurs)
	<b><u>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</u></b>
7	Modulprüfung muss bestanden sein
	<b><u>Verwendung des Moduls</u></b>
8	MA Elektrotechnik und Energiesysteme
	<b><u>Stellenwert der Note für die Endnote</u></b>
9	5,33%
	<b><u>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r</u></b>
10	Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Michael Berger hauptamtlich Lehrende/r: Prof. Dr. Michael Berger Prof. Dr. Kai Lupp
	<b><u>Literatur</u></b>
11	Appelrath, H, u.a. 2012. IT-Architekturentwicklung im Smart Grid. bitkom und VKU. 2015. Praxisleitfaden IT-Sicherheits-katalog. 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) BSI (Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik). 2015. KRITIS-Sektorstudie – Energie. Klipper, S. 2015. Information Security Risk Management. Springer Verlag. FNN/DVGW. 2015. Informationssicherheit in der Energiewirtschaft. VDE. 2014. Positionspapier Smart Grid Security Energieinformationsnetze und –systeme. Kävrestad, J. 2018. Fundamentals of Digital Forensics Theory, Methods, and Real-Life Applications. Berlin. Springer-Verlag. Kersten, H. und G. Klett. 2017. Business Continuity und IT-Notfallmanagement. Grundlagen, Methoden und Konzepte. Springer Verlag. Witte, F. 2016. Testmanagement und Softwaretest. Theoretische Grundlagen und praktische Umsetzung. Springer Verlag Paar und Pelzl. 2016. Kryptografie verständlich Ein Lehrbuch für Studierende und Anwender. Berlin: Springer-Verlag. Eckert, C.: IT-Sicherheit: Konzepte - Verfahren - Protokolle, De Gruyter Oldenbourg Ng, Soo: Data Science - was ist das eigentlich?! Nelli: Python Data Analytics Yan, Yan: Hands-On Data Science with Anaconda VanderPlas: Data Science mit Python Frochte: Maschinelles Lernen: Grundlagen und Algorithmen in Python
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
1	<b>Lehrveranstaltungen</b>			<b>Kontaktzeit in h</b>	<b>Selbststudium in h</b>
	Controlling			45	75
	Managementplanspiel			45	75
2	<b>Lernergebnisse (learning outcomes)/Kompetenzen</b>				
	<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	<b>Inhalte</b>				
	<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 Elektrotechnik und 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> -

<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>Lernergebnisse (learning outcomes)/Kompetenzen</b>				
	<p>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.</p>				
3	<p><b>Inhalte</b></p> <p>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.</p>				

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 Elektrotechnik und 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>Lernergebnisse (learning outcomes)/Kompetenzen</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>Inhalte</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  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 Elektrotechnik und 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>Lernergebnisse (learning outcomes)/Kompetenzen</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>Inhalte</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</p> <p> Projektdokumentation (70%) und</p> <p> 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 Elektrotechnik und 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</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>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>Lernergebnisse (learning outcomes)/Kompetenzen</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>Inhalte</b>				
<p>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.</p>					

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 Elektrotechnik und 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>					
Kürzel KQ	Workload in h 120	Credits 4	Fachsemester 4	Häufigkeit jedes Semester	Dauer 1 Semester
1	<b>Lehrveranstaltungen</b>			<b>Kontaktzeit in h</b>	<b>Selbststudium in h</b>
	Kolloquium			0	120
2	<b>Lernergebnisse (learning outcomes)/Kompetenzen</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>Inhalte</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>Lehrformen</b> Seminar				
5	<b>Teilnahmevoraussetzungen</b> Formal gelten die Vorgaben der jeweils gültigen Prüfungsordnung Inhaltlich:				
6	<b>Prüfungsformen</b> Ausarbeitung einer Präsentation und mündliche Prüfung				
7	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</b> Mündliche Prüfung muss bestanden sein				
8	<b>Verwendung des Moduls</b> MA Elektrotechnik und Energiesysteme				
9	<b>Stellenwert der Note für die Endnote</b> 10%				
10	<b>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r</b> Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Bernd Runge hauptamtlich Lehrende/r: alle Professorinnen und Professoren des Studiengangs Energiesysteme				
11	<b>Literatur</b>				
12	<b>Anmerkung</b> -				