

MODULHANDBUCH

für den Studiengang
Master Elektrotechnik und Energiesysteme
(Prüfungsordnungsversion 2024)

Stand: 28. September 2026

INHALTSVERZEICHNIS

Thesis.....	3
Höhere Mathematik.....	5
Theoretische Elektrotechnik.....	7
Antriebssystemtechnik und Automation.....	9
Elektronik und Sensorik.....	11
Energiesystemtechnik.....	13
Energiewirtschaft.....	15
Intelligente Antriebssysteme.....	18
Modellierung von Antriebssystemen.....	20
Industrial Computing.....	22
Mixed-Signal CMOS Design.....	24
Intelligente Sensorsysteme.....	26
Energieübertragungstechnik.....	28
Energieautomation.....	30
Hybride Energiesysteme.....	32
Elektrische Energiequellen.....	34
Dezentrale Energiesysteme.....	36
Künstliche Intelligenz.....	38
IT-Sicherheit, funktionale Sicherheit und Zuverlässigkeitstheorie.....	40
Projektarbeit 1.....	42
Projektarbeit 2.....	44
Masterstudienarbeit.....	46

Nummer		Bezeichnung					
103		Thesis					
Sprache		Dauer	Studiensemester	Häufigkeit des Angebots		Art des Moduls	CP
deutsch		1 Semester	4	Findet in jedem Semester statt		Pflichtfach	30
1	Veranstaltungen		Veranstaltungsart	geplante Gruppen- größe	Workload		SWS
					Kontakt- zeit 0h	Selbst- studium 900h	
24							
2	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen Thesis: 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. 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. Kolloquium: 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	Inhalte Thesis: 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. Kolloquium: 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	Lehrformen Thesis: 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. 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. Kolloquium: Seminar						
5	Teilnahmevoraussetzungen Formal gelten die Vorgaben der jeweils gültigen Prüfungsordnung						
6	Prüfungsformen Thesis: Modulprüfung Projektdokumentation Kolloquium: Ausarbeitung einer Präsentation und mündliche Prüfung						

7	Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Thesis: Modulprüfung muss bestanden sein Kolloquium: Mündliche Prüfung muss bestanden sein
8	Stellenwert der Note für die Endnote Thesis: 30% Kolloquium: 10%
9	Modulbeauftragte/r Prof. Dr. Bernd Runge Lehrende/r siehe aktuelles Vorlesungsverzeichnis oder individuellen Studienplan im Studienportal der Fachhochschule Dortmund
10	Literatur /

Nummer		Bezeichnung					
3010		Höhere Mathematik					
Sprache		Dauer	Studiensemester	Häufigkeit des Angebots		Art des Moduls	CP
deutsch		1 Semester	1 bzw. 2	Findet nur im Wintersemester statt		Pflichtfach	8
1	Veranstaltungen		Veranstaltungsart	geplante Gruppen- größe	Workload		SWS
					Kontakt- zeit	Selbst- studium	
					72h	168h	6
-	Höhere Mathematik		seminaristische Veranstaltung	35			6
2	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen						
Nach Abschluss dieses Moduls können die Studierenden - wichtige Definitionen und Sätze der Grundlagen der komplexen Analysis und der komplexen Differentialrechnung wiedergeben und in Beispielen nachprüfen und anwenden; - komplexe Integrale berechnen sowie uneigentliche reelle Integrale mittels des Residuensatz berechnen; - den praktischen Nutzen der Theorie komplexer Funktionen und konformer Abbildungen für Anwendungen in der Elektrotechnik erkennen. 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.							
3	Inhalte						
Grundbegriffe der komplexen Analysis - Grenzwerte, Stetigkeit, Komplexe Funktionen, Konforme Abbildungen Differenzierbarkeit im Komplexen - Holomorphe Funktionen, Cauchy-Riemannsche Differentialgleichungen, - Singuläre Punkte Linien-, Kurvenintegral, Totales Differential Integration im Komplexen - Cauchysches Integraltheorem, Cauchysche Integralformeln Reihen, Potenzreihen, Taylorreihen - Reelle reihen, Komplexe Reihen Laurentreihen - Laurent's Theorem, Klassifizierung von Singularitäten Der Residuensatz mit Anwendungen - Das Residuumtheorem - Anwendungen: Uneigentliche Integrale, Fourierintegrale, - Integrale mit Unendlichkeitsstellen im Integranden							
4	Lehrformen						
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	Teilnahmevoraussetzungen						
Formal gelten die Vorgaben der jeweils gültigen Prüfungsordnung Inhaltlich: Mathematik I + Mathematik II (aus Bachelorstudiengang)							

6	Prüfungsformen Klausur
7	Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Modulprüfung muss bestanden sein
8	Stellenwert der Note für die Endnote 5,33%
9	Modulbeauftragte/r Prof. Dr. rer. nat. Johannes Neidhart Lehrende/r Prof. Dr. rer. nat. Johannes Neidhart
10	Literatur 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

Nummer		Bezeichnung					
3020		Theoretische Elektrotechnik					
Sprache		Dauer	Studiensemester	Häufigkeit des Angebots		Art des Moduls	CP
deutsch		1 Semester	1 bzw. 2	Findet nur im Sommersemester statt		Pflichtfach	8
1	Veranstaltungen		Veranstaltungsart	geplante Gruppen- größe	Workload		SWS
-	Theoretische Elektrotechnik		seminaristische Veranstaltung	35	Kontakt- zeit 72h	Selbst- studium 168h	6
2		Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen Beherrschung feldtheoretischer Zusammenhänge über die Maxwellschen Gleichungen und Anwendung vorwiegend analytischer Lösungsmethoden. Es kann der Zusammenhalt zwischen verschiedenen elektrotechnischen Fachgebieten, ihre Begründung sowie ihre Grenzen verstanden und herstellen werden. Fähigkeit zur Kommunikation und Zusammenarbeit mit Wissenschaftlern und Fachkräften im Bereich der Elektrotechnik.					
3		Inhalte - Grundlagen der klassischen elektromagnetischen Feldtheorie - Elektrostatik, stationäres Strömungsfeld, Magnetostatik, Induktionseffekte, Wellenausbreitung - Maxwellsche Gleichungen in Differential- und Integralform, Randbedingungen, Wellengleichungen und ihre Lösungen - Methodik/Verfahren zur Lösung elektromagnetischer Feldprobleme					
4		Lehrformen Vorlesung/seminaristische Veranstaltung und Übung.					
5		Teilnahmevoraussetzungen Formal gelten die Vorgaben der jeweils gültigen Prüfungsordnung					
6		Prüfungsformen Klausur					
7		Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Modulprüfung muss bestanden sein					
8		Stellenwert der Note für die Endnote 5,33%					
9		Modulbeauftragte/r Prof. Dr. Nick Raabe Lehrende/r Prof. Dr. Dennis Hülsmann					
10		Literatur P. Leuchtmann, 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
--	---

Nummer		Bezeichnung						
3040		Antriebssystemtechnik und Automation						
Sprache		Dauer	Studiensemester	Häufigkeit des Angebots		Art des Moduls	CP	
deutsch		1 Semester	1 bzw. 2	Findet nur im Wintersemester statt		Wahlpflichtfach	8	
1	Veranstaltungen			Veranstaltungsart	geplante Gruppen- größe	Workload		SWS
						Kontakt- zeit 72h	Selbst- studium 168h	
-	Leistungselektronische und elektromechanische Systeme			seminaristische Veranstaltung	35			3
-	Regelsystem			seminaristische Veranstaltung	35			3
2 Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen								
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 Inhalte								
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.								
Inhalt: - Elektrische und mechanische Komponenten eines Antriebssystems - Planungs- und Entwurfsmethoden - Anwendungsorientierte Dimensionierung von Antriebssystemen - Netzzrückwirkung und Wechselwirkung der Komponenten								
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.								
Inhalte: - Beschreibungsformen und Eigenschaften dynamischer Systeme - Stabilitätskriterien - Entwurf von Zustandsregelung und -beobachtung - Implementierung beobachterbasierter Zustandsregelung - Anwendungsbeispiele								
4 Lehrformen								
Seminaristische Veranstaltung, Praktische messtechnische Untersuchungen an elektrischen Antrieben, Simulationsrechnungen (EMTP, Simplorer oder MicroCap) als Rechnerpraktikum.								
5 Teilnahmevoraussetzungen								
Formal gelten die Vorgaben der jeweils gültigen Prüfungsordnung								

6	Prüfungsformen Klausur oder mündliche Prüfung (je nach Teilnehmerzahl und in Absprache mit dem ganzen Kurs)
7	Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Modulprüfung muss bestanden sein
8	Stellenwert der Note für die Endnote 5,33%
9	Modulbeauftragte/r Prof. Dr. Bernd Runge Lehrende/r Prof. Dr. Yan Liu Prof. Dr. Bernd Runge
10	Literatur Specovius, J.: Grundkurs Leistungselektronik, Bauelemente, Schaltungen und Systeme, 2. Auflage, Vieweg+Teubner Verlag Wiesbaden, 2008 Brosch, P. F.: Moderne Stromrichterantriebe, 5. Auflage, Vogel Buchverlag Würzburg, 2008 Riefenstahl, U.: Elektrische Antriebssysteme, 2. Auflage, Vieweg+Teubner Verlag Wiesbaden, 2006 Kremser, A.: Elektrische Maschinen und Antriebe, 3. Auflage, Vieweg+Teubner Verlag Wiesbaden, 2008 Zacher, S.; Reuter, M.: Regelungstechnik für Ingenieure, 13. Auflage, Vieweg+Teubner Verlag Wiesbaden, 2011 Unbehauen, Heinz: Regelungstechnik I Unbehauen, Heinz: Regelungstechnik II Unbehauen, Heinz: Regelungstechnik III Föllinger, Otto: Regelungstechnik

Nummer		Bezeichnung						
3050		Elektronik und Sensorik						
Sprache		Dauer	Studiensemester	Häufigkeit des Angebots		Art des Moduls	CP	
deutsch		1 Semester	1 bzw. 2	Findet nur im Sommersemester statt		Wahlpflichtfach	8	
1	Veranstaltungen			Veranstaltungsart	geplante Gruppen- größe	Workload		SWS
						Kontakt- zeit 72h	Selbst- studium 168h	
-	Industrieelektronik			seminaristische Veranstaltung	35			6
-	Messsysteme			seminaristische Veranstaltung	35			3
2 Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen								
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. 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.								
3 Inhalte								
Veranstaltung Industrieelektronik: - Systeme und Komponenten der Automatisierungstechnik - Anforderungen an elektronische Komponenten in der Automatisierungstechnik - Abstandssensorik in der Automatisierungstechnik - Optische Sender - Zuverlässigkeit von Geräten und Systemen - Industrielle Kommunikation und Interfaces (z.B. AS-Interface, Profibus, IO-Link) - Risikoanalyse in der Elektronik und Automatisierungstechnik (z.B. Failure Modes and Effects Analysis; FMEA), Veranstaltung Messsysteme: - Wichtige Grundbegriffe und Verfahren der Fertigungsmesstechnik - Grundprinzipien der analogen und digitalen Verarbeitung von Sensorsignalen - Komponenten der Signalaufbereitung und -wandlung - Systeme und Komponenten zur Signalgenerierung und -detektion - Mess- und Prüftechnik zur zerstörungsfreien Prüfung - Aufbau und Funktion ausgewählter Messsysteme der Automatisierungstechnik (z.B. NMR-Messsystem)								
4 Lehrformen								
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.								
5 Teilnahmevoraussetzungen								
Formal gelten die Vorgaben der jeweils gültigen Prüfungsordnung								

6	Prüfungsformen Klausur oder mündliche Prüfung (je nach Teilnehmerzahl und in Absprache mit dem ganzen Kurs)
7	Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Modulprüfung muss bestanden sein
8	Stellenwert der Note für die Endnote 5,33%
9	Modulbeauftragte/r Prof. Dr. Holger Kraft Lehrende/r Prof. Dr. Holger Kraft Prof. Dr. Jan Watzlaw
10	Literatur 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 Wrtil, 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

Nummer		Bezeichnung						
3030		Energiesystemtechnik						
Sprache		Dauer	Studiensemester	Häufigkeit des Angebots		Art des Moduls	CP	
deutsch		1 Semester	1 bzw. 2	Findet nur im Wintersemester statt		Wahlpflichtfach	8	
1	Veranstaltungen			Veranstaltungsart	geplante Gruppen- größe	Workload		SWS
						Kontakt- zeit	Selbst- studium	
						72h	168h	
-	Transport- und Verteilnetzsysteme			seminaristische Veranstaltung	35			6
-	Ausgleichsvorgänge und Netzrückwirkungen			seminaristische Veranstaltung	35			3
2	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen 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	Inhalte In der Veranstaltung „Ausgleichsvorgänge und Netzrückwirkungen“ 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 Netzrückwirkungen werden die Entstehung von Oberschwingungen und deren Auswirkungen auf das Netz dargestellt. Maßnahmen zur Verringerung der Netzrückwirkung und zur Verbesserung der Spannungsqualität werden behandelt. 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.							
4	Lehrformen Seminaristische Veranstaltung, Simulationsrechnungen (Neplan, Netomac, EMTP, Simplorer oder Micro-Cap) als Rechnerpraktikum.							
5	Teilnahmevoraussetzungen Formal gelten die Vorgaben der jeweils gültigen Prüfungsordnung							
6	Prüfungsformen Klausur oder mündliche Prüfung (je nach Teilnehmerzahl und in Absprache mit dem ganzen Kurs)							
7	Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Modulprüfung muss bestanden sein							
8	Stellenwert der Note für die Endnote 5,33%							

9	Modulbeauftragte/r Prof. Dr. Stefan Kempen Lehrende/r Prof. Dr. Juan Velásquez
10	Literatur 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

Nummer		Bezeichnung					
3060		Energiewirtschaft					
Sprache		Dauer	Studiensemester	Häufigkeit des Angebots		Art des Moduls	CP
deutsch		1 Semester	1 bzw. 2	Findet nur im Sommersemester statt		Wahlpflichtfach	8
1	Veranstaltungen		Veranstaltungsart	geplante Gruppen- größe	Workload		SWS
					Kontakt- zeit	Selbst- studium	
	-	Energiebetriebswirtschaft	seminaristische Veranstaltung	35	72h	168h	6
	-	Energieanwendungsmanagement	seminaristische Veranstaltung	35			3
2	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen						
Energiebetriebswirtschaft: Die Studierenden kennen das Grundlagenwissen der modernen Betriebswirtschaft und können dieses unter anderem auf die Anforderungen der Energiewirtschaft anwenden. Sie kennen und verstehen Kosten- und Leistungsrechnung und den Aufbau von Planungsrechnungen im Unternehmen. Die Grundzüge des betrieblichen Rechnungswesens (GuV, Bilanz, Cash Flow) sind den Studierenden geläufig und können analysiert werden. Energieanwendungsmanagement: Die Studierenden sollen die Ziele und Methoden des Energiemanagements im Bereich der Energieanwendungstechnik kennen und in die Lage versetzt werden, selbstständig zu entscheiden, welche Methode der Kostenkalkulation jeweils am besten geeignet ist, um die Energie- und Kosteneffizienz von Maßnahmen zur Energieeinsparung zu bewerten, und diese Methoden auch anwenden können.							
3	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 CO2-Ausstoßes: Ziele und Maßnahmen - 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	Lehrformen Seminaristische Vorlesungen mit Übungen.
5	Teilnahmevoraussetzungen Formal gelten die Vorgaben der jeweils gültigen Prüfungsordnung
6	Prüfungsformen Klausur oder mündliche Prüfung
7	Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Modulprüfung muss bestanden sein
8	Stellenwert der Note für die Endnote 5,33%
9	Modulbeauftragte/r Prof. Dr. Udo Gieseler Lehrende/r Jens Schmidt
10	Literatur 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)

Nummer		Bezeichnung					
3210		Intelligente Antriebssysteme					
Sprache		Dauer	Studiensemester	Häufigkeit des Angebots		Art des Moduls	CP
deutsch		1 Semester	1,2 oder 3	Findet nur im Sommersemester statt		Wahlpflichtfach	8
1	Veranstaltungen		Veranstaltungsart	geplante Gruppen- größe	Workload		SWS
					Kontakt- zeit 72h	Selbst- studium 168h	
-	Elektronische Antriebe		seminaristische Veranstaltung	35			3
-	Moderne Antriebssteuerung		seminaristische Veranstaltung	35			3
2	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen 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	Inhalte 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. Inhalte: - Sensoren der Antriebstechnik - Servoregler und Frequenzumrichter - Modellbildung, Pulsmustererzeugung und Regelungverfahren - Elektronische Antriebe (BLDC, Servomotoren, Schrittmotoren) - Konzepte zur energieeffizienten Nutzung von Antriebssystemen - Anwendungsbeispiele 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. Inhalte: - Regelkreisstrukturen - Typische regelungstechnische Anwendungsprobleme - Drehzahl-, Drehmoment -und Positionsregelung - Regelung der Gleichstrommaschine - Regelverfahren für Drehfeldmaschinen						
4	Lehrformen Seminaristische Veranstaltung, Praktische messtechnische Untersuchungen an elektronischen Antriebssystemen, Simulationen						
5	Teilnahmevoraussetzungen Formal gelten die Vorgaben der jeweils gültigen Prüfungsordnung Inhaltlich: Besuch der Veranstaltung Antriebssystemtechnik						

6	Prüfungsformen Klausur oder mündliche Prüfung (je nach Teilnehmerzahl und in Absprache mit dem ganzen Kurs)
7	Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Modulprüfung muss bestanden sein
8	Stellenwert der Note für die Endnote 5,33%
9	Modulbeauftragte/r Prof. Dr. Bernd Runge Lehrende/r Prof. Dr. Yan Liu Prof. Dr. Bernd Runge
10	Literatur Brosch: Moderne Stromrichterantriebe Schröder: Elektrische Antriebe - Regelung von Antriebssystemem Riefenstahl.: Elektrische Antriebssysteme Teigelkötter: Energieeffizient elektrische Antriebe Probst: Servoantriebe in der Automatisierungstechnik Zirn, Weikert: Modellbildung und Simulation hochdynamischer Fertigungssysteme

Nummer		Bezeichnung					
3300		Modellierung von Antriebssystemen					
Sprache		Dauer	Studiensemester	Häufigkeit des Angebots		Art des Moduls	CP
deutsch		1 Semester	1, 2 oder 3	Findet nur im Wintersemester statt		Wahlpflichtfach	8
1	Veranstaltungen		Veranstaltungsart	geplante Gruppen- größe	Workload		SWS
					Kontakt- zeit	Selbst- studium	
					72h	168h	
-	Numerische Modellierung elektr. Antriebssysteme		seminaristische Veranstaltung	35			3
-	Analytische Modellierung elektr. Antriebssysteme		seminaristische Veranstaltung	35			3
2	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen 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	Inhalte 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	Lehrformen Seminaristische Veranstaltung						
5	Teilnahmevoraussetzungen Formal gelten die Vorgaben der jeweils gültigen Prüfungsordnung						
6	Prüfungsformen Klausur oder mündliche Prüfung (je nach Teilnehmerzahl und in Absprache mit dem ganzen Kurs)						

7	Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Modulprüfung muss bestanden sein
8	Stellenwert der Note für die Endnote 5,33%
9	Modulbeauftragte/r Prof. Dr. Nick Raabe Lehrende/r Prof. Dr. Dennis Hülsmann
10	Literatur 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

Nummer		Bezeichnung					
3220		Industrial Computing					
Sprache		Dauer	Studiensemester	Häufigkeit des Angebots		Art des Moduls	CP
deutsch		1 Semester	1, 2 oder 3	Findet nur im Wintersemester statt		Wahlpflichtfach	8
1	Veranstaltungen		Veranstaltungsart	geplante Gruppen- größe	Workload		SWS
					Kontakt- zeit	Selbst- studium	
	-	Multicore Architekturen	seminaristische Veranstaltung	35	72h	168h	6
-	Hardwarenahe Programmierung	seminaristische Veranstaltung	35			3	
2 Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen 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. 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, Ausführungsgechwindigkeit, Reaktionszeiten, funktionale Sicherheit und Zuverlässigkeit . Die Studierende lernen übliche Echtzeibetriebssysteme und ihre Bestandteile kennen und verstehen welches Betriebssystem optimal zur jeweiligen Applikation passt.							
3 Inhalte Veranstaltung Multicore Architekturen: - Industrielle Anwendungsgebiete, Klassifizierung und Performanz Abschätzung von Multicore Architekturen - Aufbau und Komponenten von Multicore Architekturen - Kommunikationsinfrastrukturen (z.B. Bus, Network-on-Chip) - Modellierung und Simulation von Kommunikations- und Rechnerarchitekturen - Entwurf von Multiprozessorsystemen und Hardwarebeschleunigern mittels FPGAs - Parallele Programmierung Hardwarenahe Programmierung Veranstaltung Hardwarenahe Programmierung: - Verilog Hardwarebeschreibungssprache - Hardwarenahe Programmiertechniken in C/C++ - Aufbau und Funktionsweise von eingebetteten Betriebssystemen (z. B. Petalinux, FreeRTOS) - Hardware/Software Partitionierung - CORDIC, Diskrete Kosinustransformation, Mehrdimensionale Faltungen							
4 Lehrformen Volesung, Übung, Seminar, Praktikum							
5 Teilnahmevoraussetzungen Formal gelten die Vorgaben der jeweils gültigen Prüfungsordnung							

6	Prüfungsformen Klausur oder mündliche Prüfung (je nach Teilnehmerzahl und in Absprache mit dem ganzen Kurs)
7	Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Modulprüfung muss bestanden sein
8	Stellenwert der Note für die Endnote 5,33%
9	Modulbeauftragte/r Prof. Dr. Jens Rettkowski Lehrende/r Prof. Dr. Michael Karagounis
10	Literatur 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

Nummer		Bezeichnung						
3320		Mixed-Signal CMOS Design						
Sprache		Dauer	Studiensemester	Häufigkeit des Angebots		Art des Moduls	CP	
deutsch			1, 2 oder 3	Findet nur im Sommersemester statt		Wahlpflichtfach	8	
1	Veranstaltungen			Veranstaltungsart	geplante Gruppen- größe	Workload		SWS
						Kontakt- zeit 72h	Selbst- studium 168h	
	-	Analog CMOS Design			seminaristische Veranstaltung	35		
-	Digital CMOS Design			seminaristische Veranstaltung	35			3
2		Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen 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.						
3		Inhalte Teilmodul: Digital CMOS Design -Übersicht Desing Flow -Hardwarebeschreibungssprachen: Verilog, System-C, Mixed-Language -Synthese -Design Constraints -Place & Route -Design For Testibility (DFT) Teilmodul: Analog CMOS Schaltungsentwurf - MOS Transistor Modell - Kurzkanaleffekte - Rauschen - Stromspiegel - Arbeitspunkteinstellung - Invertierender Verstärker - Differentieller Verstärker - Bandgap-Spannungsreferenz - Linearregler 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.						
4		Lehrformen Vorlesung, Übung, Seminar, Praktikum						

5	Teilnahmevoraussetzungen Formal gelten die Vorgaben der jeweils gültigen Prüfungsordnung
6	Prüfungsformen Klausur oder mündliche Prüfung (je nach Teilnehmerzahl und in Absprache mit dem ganzen Kurs)
7	Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Modulprüfung muss bestanden sein
8	Stellenwert der Note für die Endnote 5,33%
9	Modulbeauftragte/r Prof. Dr. Michael Karagounis Lehrende/r Prof. Dr. Jens Rettkowski
10	Literatur 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

Nummer		Bezeichnung					
3340		Intelligente Sensorsysteme					
Sprache		Dauer	Studiensemester	Häufigkeit des Angebots		Art des Moduls	CP
deutsch			1, 2 oder 3	Findet nur im Sommersemester statt		Wahlpflichtfach	8
1	Veranstaltungen		Veranstaltungsart	geplante Gruppen- größe	Workload		SWS
					Kontakt- zeit 72h	Selbst- studium 168h	
	-	Technologie	seminaristische Veranstaltung	35			6
-	Systemintegration	seminaristische Veranstaltung	35			3	
2 Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen 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. 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 Sensorsignalen 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.							
3 Inhalte Veranstaltung Technologie - Überblick und Definitionen - Technologie und Herstellung von integrierten Sensoren - Smart Sensors, Funktionsweise und Signalauswertung - Definition und Optimierung von relevanten Systemparametern zur Steigerung der Performance Veranstaltung Systemintegration - Integration einzelner Sensorkomponenten in einem Gesamtsystem - Wesentliche Grundbegriffe und Verfahren der analogen und digitalen Sensor-Signalverarbeitung - Systeme und Algorithmen zur Filterung von Sensordaten - Kombination von Sensoren in Multisensoriksystemen - Sensordatenfusion / Signalkombinationsalgorithmen in einem Sensorsystem							
4 Lehrformen 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.							
5 Teilnahmevoraussetzungen Formal gelten die Vorgaben der jeweils gültigen Prüfungsordnung							
6 Prüfungsformen Klausur oder mündliche Prüfung (je nach Anzahl Teilnehmender und in Absprache mit dem ganzen Kurs)							

7	Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Modulprüfung muss bestanden sein
8	Stellenwert der Note für die Endnote 5,33%
9	Modulbeauftragte/r Prof. Dr. Jan Watzlaw Lehrende/r Prof. Dr. Holger Kraft
10	Literatur 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

Nummer		Bezeichnung						
3230		Energieübertragungstechnik						
Sprache		Dauer	Studiensemester	Häufigkeit des Angebots		Art des Moduls	CP	
deutsch		1 Semester	1, 2 oder 3	Findet nur im Sommersemester statt		Wahlpflichtfach	8	
1	Veranstaltungen			Veranstaltungsart	geplante Gruppen- größe	Workload		SWS
						Kontakt- zeit	Selbst- studium	
						72h	168h	
-	Technologie des Energietransports			seminaristische Veranstaltung	35			6
-	Netzregelung			seminaristische Veranstaltung	35			3
2 Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen								
Die Studierenden kennen die wesentlichen mit Hochspannung beanspruchten Betriebsmittel des Energietransports und können die aus deren betrieblichen Beanspruchung resultierenden Designmerkmale, insbesondere der Isolier- und Lichtbogenanordnungen, erläutern und begründen. Auf der Grundlage eines eingehenden Verständnisses der grundlegenden Alterungs- und Versagensmechanismen sind die Studierenden in der Lage, Isolier- und Lichtbogenanordnungen zu analysieren, zu optimieren und selbständig oder im Team weiter zu entwickeln. Zur Überprüfung der Lösungen und zur betrieblichen Überwachung können die Studierenden Hochspannungsprüfungen und Diagnoseverfahren vorschlagen. Die Studierenden können die an ausgewählten Betriebsmittelbeispielen erlernten Kenntnisse und Methoden auch auf andere Betriebsmittel übertragen. Die Studierenden verfügen über Kenntnisse zur Wirkung und Rückwirkung von Regelkomponenten und Kompensationseinheiten in Netzen. Sie verfügen über Kenntnisse zur Auslegung und Simulation von Netzregelanlagen. Sie sind in der Lage komplexe Aufgabenstellungen durch eigenständige Wahl geeigneter Hilfsmittel (z.B. Software-Tools MicroCap, Simplorer, NETOMAC oder NEPLAN) zu lösen.								
3 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 Versagensmechnismen bei Feststoffisolierungen - Design und Bemessung innere Isolierstrecken am Beispiel von Gießharz isolierten Wandlern - Eigenschaften von Isolierflüssigkeiten - Alterungs- und Versagensmechnismen flüssigkeitsisolierter Isolieranordnungen - Design und Bemssung der inneren Isolation von Transformatoren - Physik der Gasentladung und des Lichtbogens - Lichtbogemodellierung und Lichtbogenlöschung - Design und Bemessung von Lichtbogenanordnungen am Beispiel von Trenn-, Last-, und Leistungschaltern, sowie Ableiterfunkenstrecken - 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	Lehrformen Seminaristische Veranstaltung
5	Teilnahmevoraussetzungen Formal gelten die Vorgaben der jeweils gültigen Prüfungsordnung
6	Prüfungsformen Klausur oder mündliche Prüfung (je nach Teilnehmerzahl und in Absprache mit dem ganzen Kurs)
7	Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Modulprüfung muss bestanden sein
8	Stellenwert der Note für die Endnote 5,33%
9	Modulbeauftragte/r Prof. Dr. Stefan Kempen Lehrende/r Prof. Dr. Juan Velásquez
10	Literatur 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

Nummer		Bezeichnung					
3240		Energieautomation					
Sprache		Dauer	Studiensemester	Häufigkeit des Angebots		Art des Moduls	CP
deutsch		1 Semester	1, 2 oder 3	Findet nur im Wintersemester statt		Wahlpflichtfach	8
1	Veranstaltungen		Veranstaltungsart	geplante Gruppen- größe	Workload		SWS
					Kontakt- zeit	Selbst- studium	
					72h	168h	
-	Netzführung		seminaristische Veranstaltung	35			3
-	Sekundärtechnik und Netzautomation		seminaristische Veranstaltung	35			3
2	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen						
Die Studierenden haben Detailkenntnisse über die Sekundärtechnik in Stationen sowie die Steuerung und Überwachung von Versorgungsnetzen erlangt. Sie können technische und betriebliche Konzepte zur Netzsteuerung und –überwachung anwenden und kennen die Möglichkeiten rechnergestützter Netzführung. Dabei steht die Standardisierung der Schnittstellen moderner Energieinformationssysteme und die Modellierung des Prozesses im Vordergrund. Im Rahmen der Netzführung werden Höhere Entscheidungs- und Optimierungsfunktionen (HEO) sowie das dynamische Verhalten der Frequenz-Leistungsregelung betrachtet. Neben den Fachkenntnissen haben die Studierenden in diesem Modul auch Schlüsselqualifikationen erlangt.							
3	Inhalte						
Netzführung: - Struktureller Aufbau netzleittechnischer und fernwirktechnischer Einrichtungen - Prozessdatenkommunikation auf Basis der Kommunikationsnorm IEC 60870-5-104 - SCADA-Funktionen und Prozessvisualisierung (Weltbilder, Zooming / Decluttering, Bedienfenster und Alarmierungskonzepte) - HEO-Funktionen: Leistungsflussberechnung (Newton-Raphson-Verfahren), Optimal Power Flow (OPF) und State Estimation - Frequenz-Leistungsregelung im Insel- und Verbundnetz Sekundärtechnik und Netzautomation: - Aufgaben der Schutztechnik und Stationsautomatisierung im Gesamtzusammenhang der Netzleittechnik und Netzführung - Der zu führende Prozess mit seinen Betriebsmitteln und die informationstechnische Modellierung auf Prozess-, Feld-, Stations- und Netzleitebene - Schnittstellen der Leittechnik und Entwicklung von der signalorientierten Sichtweise der Kommunikationsnorm IEC 60870 zur abstrakten Informationsmodellierung des Systemstandards IEC 61850 - Grundlagen XML-basierter Datenbeschreibungen und ihre Anwendung für Systembeschreibungen mit der „Substation Configuration Description Language, SCL“ - Engineering- und Testwerkzeuge, Projektabläufe - Applikationen zur Stations- und Netzautomatisierung							
4	Lehrformen						
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	Teilnahmevoraussetzungen Formal gelten die Vorgaben der jeweils gültigen Prüfungsordnung
6	Prüfungsformen Klausur oder mündliche Prüfung
7	Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Modulprüfung muss bestanden sein
8	Stellenwert der Note für die Endnote 5,33%
9	Modulbeauftragte/r Prof. Dr. Kai Lupp Lehrende/r Prof. Dr. Kai Lupp
10	Literatur 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

Nummer		Bezeichnung					
3250		Hybride Energiesysteme					
Sprache		Dauer	Studiensemester	Häufigkeit des Angebots		Art des Moduls	CP
deutsch		1 Semester	1, 2 oder 3	Findet nur im Wintersemester statt		Wahlpflichtfach	8
1	Veranstaltungen		Veranstaltungsart	geplante Gruppen- größe	Workload		SWS
					Kontakt- zeit 72h	Selbst- studium 168h	
-	Microgrids		seminaristische Veranstaltung	35			3
-	AC/DC-Systeme		seminaristische Veranstaltung	35			3
2	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen						
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 Micro- 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.							
3	Inhalte						
Micro- und Mininetze: - Definition und Abgrenzung von Micro-, Mini- und Verbundnetzen, AC-Micronetze, DC-Micronetze - Komponenten (Erzeugunseinheiten, Speichereinheiten, Lasten) in Mini- und Micronetzen, Komponentenanforderungen - Anwendungsfälle (industrielles Micronetz, lastgeführtes erneuerbares Kraftwerk, Basiselektrifizierung in netzfernen Gebieten, Stabilisierung der Versorgung in schwachen Netzen,...) - Betriebsarten und Auslegungsmerkmale von Mini- und Micronetzen als Inselnetz, mit ständiger und zeitweiser Verbindung zum Verbundnetz - Lastcharakterisierung in Mini- und Micronetzen - Charakterisierung von Erzeugungseinheiten und Anlagen in Mini- und Micronetzen - Dimensionierung von Speichersystemen in Mini- und Micronetzen - Wirtschaftliche Betriebsführung durch optimierten Speichereinsatz, Prognoseverfahren AC / DC - Systeme: - Technologieüberblick und Anwendungen - Mischsysteme im Verbundnetz: HGÜ, FACTS - Mischsysteme bei dezentralen Einspeisern: Solarwechselrichter, Batteriewechselrichter, Brennstoffzellenwechselrichter, schnelle Netztransferschalter zum Wechseln zwischen Inselnetz- und Netzparallelbetrieb, Buck-Boost-Konverter für DC-Subnetze - Systemverhalten und -dienstleistungen im ungestörten Betrieb - Kurzschlussverhalten und Netzstützung im Fehlerfall							

4	Lehrformen Seminaristische Vorlesung Übung Seminarvortrag (optional) Exkursion (optional & nach Abstimmung)
5	Teilnahmevoraussetzungen Formal gelten die Vorgaben der jeweils gültigen Prüfungsordnung
6	Prüfungsformen Klausur, mündliche Prüfung, Referat oder Hausarbeit (je nach Teilnehmerzahl und in Absprache mit dem ganzen Kurs)
7	Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Modulprüfung muss bestanden sein
8	Stellenwert der Note für die Endnote 5,33%
9	Modulbeauftragte/r Prof. Dr. Martin Kiel Lehrende/r Prof. Dr. Stefan Kempen Prof. Dr. Martin Kiel
10	Literatur AC/DC-systeme: Unterlagen 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

Nummer		Bezeichnung					
3330		Elektrische Energiequellen					
Sprache		Dauer	Studiensemester	Häufigkeit des Angebots		Art des Moduls	CP
deutsch		1 Semester	1, 2 oder 3	Findet nur im Wintersemester statt		Wahlpflichtfach	8
1	Veranstaltungen		Veranstaltungsart	geplante Gruppen- größe	Workload		SWS
					Kontakt- zeit 72h	Selbst- studium 168h	
-	Elektrische Energieerzeugungsanlagen		seminaristische Veranstaltung	35			3
-	Elektrische Energiespeichersysteme		seminaristische Veranstaltung	35			3
2	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen 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. 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.						
3	Inhalte Elektrische Energieerzeugungsanlagen: - Konventionelle Stromerzeugung (Braun- & Steinkohlekraftwerke, Kernkraftwerke) - Gaskraftwerke - Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen (Block-Heizkraftwerke, Industriekraftwerke, Brennstoffzellen) - Regenerative Stromerzeugung (Wasserkraft, Photovoltaik und Windkraft sowie Solarthermie und Meereskraftwerke) - Allgemeine Beschreibung der Technologien und eventuelle Charakteristische Unterschiede (z.B. Wirkungsweisen in Abhängigkeit der elektrischen Leistung, etc.) - Spezielle Eigenschaften der Erzeugungskomponenten (Generatoren): Blindleistungsfähigkeit, Wirkungsgrad-Kennlinien - Einsatz von Erzeugungsanlagen: Wirkleistungsabgabe, Teillastbetrieb, Phasenschieberbetrieb, Betrieb und Instandhaltung Management von Instandhaltungsprojekten Energiespeichersysteme: - Einsatzgebiete elektrischer Speicher - Mechanische Energiespeicher (Pumpspeicherkraftwerke, Druckluftspeicher, Schwungradspeicher) - Elektrische Energiespeicher (Kondensatoren, Doppelschichtkondensatoren, Supraleitende Spulen) - Elektrochemische Speichersysteme (Wasserstoff, Batterien) - Grundbegriffe der elektrischen Energiespeicherung (Kapazität, Ein-/Aus-Speicherleistung, Ladefaktor, Round-Trip-Efficiency, Ladezustand) - Batteriespeichersystemtechnik: Komponenten eines Batteriespeichersystems, Batteriemanagementsysteme, Messtechnik, Leistungselektronik						
4	Lehrformen Seminaristische Vorlesung Seminarvortrag (Optional)						

5	Teilnahmevoraussetzungen Formal gelten die Vorgaben der jeweils gültigen Prüfungsordnung
6	Prüfungsformen Klausur Mündliche Prüfung Referat
7	Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Modulprüfung muss bestanden sein
8	Stellenwert der Note für die Endnote 5,33%
9	Modulbeauftragte/r Prof. Dr. Martin Kiel Lehrende/r Prof. Dr. Martin Kiel
10	Literatur 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

Nummer		Bezeichnung					
3270		Dezentrale Energiesysteme					
Sprache		Dauer	Studiensemester	Häufigkeit des Angebots		Art des Moduls	CP
deutsch		1 Semester	1, 2 oder 3	Findet nur im Sommersemester statt		Wahlpflichtfach	8
1	Veranstaltungen		Veranstaltungsart	geplante Gruppen- größe	Workload		SWS
					Kontakt- zeit	Selbst- studium	
					72h	168h	
-	Wirtschaft dezentraler Systeme		seminaristische Veranstaltung	35			6
-	Energieeinspeise- und Speichersysteme		seminaristische Veranstaltung	35			3
2	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen Inhaltlich: 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 Speichereinrichtungen 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. Methodisch: 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. Persönlich/Sozial: 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.						
3	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 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	Lehrformen 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. Praktikum: Das Praktikum dient der praktischen Erfahrung von Elementen des Projektmanagements und dem Kennenlernen von Elementen des Energiemanagements.
5	Teilnahmevoraussetzungen Formal gelten die Vorgaben der jeweils gültigen Prüfungsordnung
6	Prüfungsformen Teamreferat auf Basis einer im Team erstellten Ausarbeitung.
7	Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Modulprüfung muss bestanden sein
8	Stellenwert der Note für die Endnote 5,33%
9	Modulbeauftragte/r Prof. Dr. Torsten Füg Lehrende/r Prof. Dr. Torsten Füg Prof. Dr. Martin Kiel
10	Literatur '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

Nummer		Bezeichnung					
3350		Künstliche Intelligenz					
Sprache		Dauer	Studiensemester	Häufigkeit des Angebots		Art des Moduls	CP
deutsch		1 Semester	1, 2 oder 3	Findet nur im Sommersemester statt		Wahlpflichtfach	8
1	Veranstaltungen		Veranstaltungsart	geplante Gruppen- größe	Workload		SWS
					Kontakt- zeit 72h	Selbst- studium 168h	
-	Machine Learning		seminaristische Veranstaltung	35			3
-	Data Science		seminaristische Veranstaltung	35			3
2	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen Nach Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage - Die Grundlagen des neuronalen Lernens anzuwenden - einfache Klassifizierungsprobleme mit künstlichen Neuronen zu lösen - Die Prinzipien des Machine Learning zu verstehen - Modelle zu trainieren und die Ergebnisse zu bewerten - Datensätze aufzubereiten und Modelle auszuwählen - Einfache Regressionsmodelle selbst zu implementieren						
3	Inhalte Data Science: - Grundlagen Python, NumPy, Pandas, Matplotlib, Plotly, Scikit learn - Grundlagen deskriptiver Statistik und Wahrscheinlichkeitsrechnung - Grundlagen des maschinellen Lernens - Grundlagen Feature Engineering und EDA - Hypothese, Verlust und Kosten - Lineare Regression - Logistische Regression - Metriken - Aktivierungsfunktionen und Hyperparameter Machine learning: - Neuronen in der Datenanalyse - einfache neuronale Netze mit Perceptronen - der k- nearest neighbor Algorithmus						

	- Lernen mit Entscheidungsbäumen - überwachtes Lernen - nicht überwachtes Lernen - Bildbearbeitung und Bilderkennung
4	Lehrformen Seminaristische Vorlesung
5	Teilnahmevoraussetzungen Formal gelten die Vorgaben der jeweils gültigen Prüfungsordnung Inhaltlich: Wahlmodul Datenanalyse mit Python
6	Prüfungsformen Mündliche Prüfung
7	Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Modulprüfung muss bestanden sein
8	Stellenwert der Note für die Endnote 5,33%
9	Modulbeauftragte/r Prof. Dr. Kai Luppä Lehrende/r Prof. Dr. Simone Arnold
10	Literatur Johannes Steinwend: Neuronale Netze programmieren mit Python, Aurélien Géron: Praxiseinstieg Machine Learning mit Scikit-Learn, Keras und TensorFlow : Konzepte, Tools und Techniken für intelligente Systeme Thomas Nield: Mathe-Basics für Data Scientists: Lineare Algebra, Statistik und Wahrscheinlichkeitsrechnung für die Datenanalyse, Andriy Burkov: The Hundred-Page Machine Learning Book, Alexander Jung: Maschinelles Lernen: Die Grundlagen Andreas Müller, Sarah Guido: Introduction to Machine Learning with Python

Nummer		Bezeichnung						
3360		IT-Sicherheit, funktionale Sicherheit und Zuverlässigkeitstheorie						
Sprache		Dauer	Studiensemester	Häufigkeit des Angebots		Art des Moduls	CP	
deutsch		1 Semester	1, 2 oder 3	Findet nur im Sommersemester statt		Wahlpflichtfach	8	
1	Veranstaltungen			Veranstaltungsart	geplante Gruppen- größe	Workload		SWS
						Kontakt- zeit 72h	Selbst- studium 168h	
-	IT-(Informationssicherheit)-Sicherheit in Energienetzen			seminaristische Veranstaltung	35			3
-	Funktionale Sicherheit und Zuverlässigkeitstheorie			seminaristische Veranstaltung	35			3
2	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage - den gesetzlichen sowie normativen Rahmen der Informationssicherheit sachgerecht anzuwenden, - eine strukturierte Risikoanalyse und -bewertung im Kontext der Informationssicherheit durchzuführen, - geeignete Maßnahmen zur Risikominimierung und Sicherstellung der Informationssicherheit zu ergreifen. - Konzepte für funktional sichere Projekte ausarbeiten, - „Best Practices“ der funktional sicheren Entwicklung anwenden, - Berechnungen von Sicherheitskennzahlen durchführen, - Schlüsselnormen der funktionalen Sicherheit für gegebene Anwendungsgebiete auflisten, - und die Zusammenhänge zwischen IT-Sicherheit und Funktionaler Sicherheit aufzeigen.							
3	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)) - Maßnahme zur Informationssicherheit (kryptografische Verfahren, Protokollierung und Überwachung, Kontrolle des Zugriffs auf Systeme und Anwendungen / Hashfunktionen) Funktionale Sicherheit und Zuverlässigkeitstheorie:							

	- Grundlagen der Zuverlässigkeitstheorie - IEC 61508 als Grundnorm und ISO 26262 als Beidpiel einer abgeleiteten Norm - Projektplanung in der funktionalen Sicherheit - (Funktional) sichere Konzept-, Hard- und Softwareentwicklung
4	Lehrformen Seminaristische Vorlesung
5	Teilnahmevoraussetzungen Formal gelten die Vorgaben der jeweils gültigen Prüfungsordnung
6	Prüfungsformen Klausur oder Mündliche Prüfung
7	Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Modulprüfung muss bestanden sein
8	Stellenwert der Note für die Endnote 5,33%
9	Modulbeauftragte/r Prof. Dr. Michael Berger Lehrende/r Prof. Dr. rer. nat. Johannes Neidhart
10	Literatur IT-Sicherheit: 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 Telekommunikations- systeme 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 Manage-ment. Springer Verlag. FNN/DVGW. 2015. Informationssicherheit in der Energiewirtschaft. VDE. 2014. Positionspapier Smart Grid Security Energieinformati-onsnetze und –systeme. Kävrestad, J. 2018. Fundamentals of Digital Forensics Theory, Methods, and Real-Life Applications. Ber- lin. Springer#Verlag. Kersten, H. und G. Klett. 2017. Business Continuity und IT-Notfallmana- gement. Grundlagen, Methoden und Konzepte. Springer Verlag. Witte, F. 2016. Testmanagement und Softwa- retest. Theoretische Grundlagen und praktische Umset- zung. Springer Verlag Paar und Pelzl. 2016. Kryptogra- fie verständlich Ein Lehrbuch für Studierende und Anwender. Berlin: Springer#Verlag. Eckert, C.: IT-Sicherheit: Konzepte - Verfahren - Protokolle, De Gruyter Oldenbourg Funktionale Sicherheit und Zuverlässigkeitstheorie: - Mission-Critical and Safety Critical Systems Handbook; Kim Fowler - System reliability theory : models, statistical methods, and applications; Marvin Rausand, Arnljot H~ylan

Nummer		Bezeichnung					
3110		Projektarbeit 1					
Sprache		Dauer	Studiensemester	Häufigkeit des Angebots		Art des Moduls	CP
deutsch		1 Semester	1 bzw. 2	Findet in jedem Semester statt		Pflichtfach	6
1	Veranstaltungen		Veranstaltungsart	geplante Gruppen- größe	Workload		SWS
					Kontakt- zeit 30h	Selbst- studium 150h	
2	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen Die Studierenden sind in der Lage, eine begrenzte ingenieurwissenschaftliche Aufgabe aus der gewählten Vertiefung weitgehend selbstständig und systematisch zu bearbeiten. Sie können eine gestellte technische Aufgabe eigenständig in Theorie und Praxis erfassen, abgrenzen und notwendige Aufgabenpakete zur Lösung des Problems identifizieren und bearbeiten. Hierfür wenden sie die üblichen Methoden der Informationsbeschaffung an. Die Studierenden können im Team zusammenarbeiten und Vorgehensweisen und Arbeitsergebnisse abstimmen und diskutieren. Die Studierenden sind in der Lage, eigene Arbeiten schriftlich aufzubereiten, zu präsentieren und die Vorgehensweise sowie die gewonnenen Ergebnisse gegenüber anderen zu vertreten.						
3	Inhalte Das Thema und der Inhalt der Projektarbeit 1 wird in Absprache mit einer betreuenden Professorin oder einem betreuenden Professor des Studiengangs Energiesysteme festgelegt. Die Bearbeitung der Projektarbeit 1 umfasst neben der Umsetzung der Aufgabenstellung auch deren Dokumentation und Präsentation.						
4	Lehrformen 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. 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.						
5	Teilnahmevoraussetzungen Formal gelten die Vorgaben der jeweils gültigen Prüfungsordnung						
6	Prüfungsformen Modulprüfung Projektdokumentation (70%) und Kolloquium (30%)						
7	Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Modulprüfung muss bestanden sein						
8	Stellenwert der Note für die Endnote 4,00%						

9	Modulbeauftragte/r Prof. Dr. Bernd Runge Lehrende/r siehe aktuelles Vorlesungsverzeichnis oder individuellen Studienplan im <u>Studienportal</u> der Fachhochschule Dortmund
10	Literatur /

Nummer		Bezeichnung						
3120		Projektarbeit 2						
Sprache		Dauer	Studiensemester	Häufigkeit des Angebots		Art des Moduls	CP	
deutsch		1 Semester	1 bzw. 2	Findet in jedem Semester statt		Pflichtfach	6	
1	Veranstaltungen			Veranstaltungsart	geplante Gruppen- größe	Workload		SWS
						Kontakt- zeit 30h	Selbst- studium 150h	6
2	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen 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. Die Studierenden sind in der Lage, eigene Arbeiten schriftlich aufzubereiten, zu präsentieren und gewonnene Ergebnisse gegenüber anderen zu vertreten.							
3	Inhalte 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. Die Bearbeitung der Projektarbeit 2 umfasst neben der Umsetzung der Aufgabenstellung auch deren Dokumentation und Präsentation.							
4	Lehrformen 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. 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.							
5	Teilnahmevoraussetzungen Formal gelten die Vorgaben der jeweils gültigen Prüfungsordnung							
6	Prüfungsformen Modulprüfung Projektdokumentation (70%) und Kolloquium (30%)							
7	Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Modulprüfung muss bestanden sein							

8	Stellenwert der Note für die Endnote 4,00%
9	Modulbeauftragte/r Prof. Dr. Bernd Runge Lehrende/r siehe aktuelles Vorlesungsverzeichnis oder individuellen Studienplan im <u>Studienportal</u> der Fachhochschule Dortmund
10	Literatur /

Nummer		Bezeichnung						
3130		Masterstudienarbeit						
Sprache		Dauer	Studiensemester	Häufigkeit des Angebots		Art des Moduls		CP
deutsch		1 Semester	3	Findet in jedem Semester statt		Pflichtfach		14
1	Veranstaltungen			Veranstaltungsart	geplante Gruppen- größe	Workload		SWS
						Kontakt- zeit 20h	Selbst- studium 400h	
								12
2	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen 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. Die Studierenden sind in der Lage, eigene Arbeiten schriftlich aufzubereiten, zu dokumentieren, zu präsentieren und gewonnene Ergebnisse gegenüber anderen zu vertreten.							
3	Inhalte 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.							
4	Lehrformen 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. 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.							
5	Teilnahmevoraussetzungen Formal gelten die Vorgaben der jeweils gültigen Prüfungsordnung							
6	Prüfungsformen Modulprüfung Projektdokumentation (70%) und Kolloquium (30%)							
7	Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Modulprüfung muss bestanden sein							
8	Stellenwert der Note für die Endnote 9,33%							

9	Modulbeauftragte/r Prof. Dr. Bernd Runge Lehrende/r siehe aktuelles Vorlesungsverzeichnis oder individuellen Studienplan im <u>Studienportal</u> der Fachhochschule Dortmund
10	Literatur /