



Modulhandbuch für die Masterstudiengänge (M.Eng.)

Elektrotechnik

und

Maschinenbau

Stand: März 2020

Dekan:

Prof. Dr.-Ing. Johannes Geilen
Tel. +49 2241 865 310
Johannes.Geilen@h-brs.de

Studiengangskoordinator:

Prof. Dr. Gerd Steinebach
Tel. +49 2241 865 330
Gerd.Steinebach@h-brs.de

Fachbereich Elektrotechnik, Maschinenbau
und Technikjournalismus (EMT)
Grantham-Allee 20
53757 Sankt Augustin
Tel. 49 2241 865 301

www.h-brs.de

Inhalt

Änderung und Verbesserung.....	3
Modulstruktur allgemein	4
Master Elektrotechnik – Schwerpunkt Elektrotechnische Systementwicklung	5
Master Maschinenbau – Schwerpunkt Mechatronik	6
Master Maschinenbau – Schwerpunkt Virtuelle Produktentwicklung	7
 Höhere Mathematik	 8
Physik.....	9
Physik.....	11
 Kernmodule	 13
Digitale Signalverarbeitung.....	14
Mechatronische Systeme.....	16
Modellbasierte Simulationstechniken in der Produktentwicklung.....	18
 Masterprojekt 1	 19
 Spezialisierungs- und Wahlfachbereich.....	 20
Embedded Systems	21
Vernetzte Systeme	23
Ausgewählte Kapitel der Technischen Mechanik	24
Fortgeschrittene Finite Elemente Methoden (FEM).....	25
Digitale Sensorsysteme.....	26
Aktorik.....	27
Advanced Control Concepts.....	28
Rapid Control Prototyping.....	29
Automation	30
Objektorientierte Steuerungstechnik	32
Radioastronomische Instrumentierung	33
Mehrkörpersimulation (MKS).....	35
Energie 4.0	36
 Masterprojekt 2	 37
 Master-Thesis, Master-Kolloquium	 38

Änderung und Verbesserung

1. Die Veranstaltung „Advanced Research Strategies and Dissemination“ wird als Wahlfach (3 CP, 2 SWS) aktuell nicht mehr angeboten.
2. Die inhaltlichen Voraussetzungen (vorausgesetzte Fachkenntnisse) zu den Modulen (Modulbeschreibung Zeile 5) wurden vielfach detaillierter beschrieben.
3. Allgemeine redaktionelle Überarbeitungen und Aktualisierungen (Literatur etc.)

Bei Fragen zum Modulhandbuch wenden Sie sich bitte an Prof. Steinebach (Studiengangskoordinator), die jeweiligen Fachlehrenden oder an

Dr. Horst Rörig

Fachbereichsreferent

Raum B279

Tel. 02241 / 865-432

horst.roerig@h-brs.de

Modulstruktur allgemein

Allgemeine Modulstruktur der Masterstudiengänge Elektrotechnik und Maschinenbau

Sommersemester	Wintersemester	Sommersemester
Höhere Mathematik 10 CP, 6 SWS	Spezialisierungsbereich 12 CP, 8 SWS	Master-Thesis 28 CP Master-Kolloquium 2 CP 2 SWS
Physik 6 CP, 2 SWS + 2 SWS		
Kernmodul 6 CP, 4 SWS		
Masterprojekt 1 7 CP, 2 SWS	Masterprojekt 2 7 CP, 2 SWS	
29 CP, 16 SWS	31 CP, 18 SWS	

Die Physik teilt sich auf in einen allgemeinen und einen fachspezifischen Teil. Module im Spezialisierungs- und Wahlfachbereich können 6 CP / 4 SWS oder 3 CP / 2 SWS umfassen; in der Summe müssen Veranstaltungen im Gesamtumfang von jeweils 12 CP / 8 SWS erbracht werden.

Master Elektrotechnik – Schwerpunkt Elektrotechnische Systementwicklung

Sommersemester	Wintersemester	Sommersemester
Höhere Mathematik 10 CP, 6 SWS	Spezialisierungsbereich (Pflicht), 12 CP, 8 SWS 1. Embedded Systems (6 CP, 4 SWS) 2. Vernetzte Systeme (6 CP, 4 SWS)	Master-Thesis 28 CP Master-Kolloquium 2 CP 2 SWS
Physik 6 CP - Physik (3 CP, 2 SWS) - Technische Elektrodynamik (3 CP, 2 SWS)	Wahlfachbereich 12 CP, 8 SWS, z.B. - Objektorientierte Steuerungstechnik (3 CP, 2 SWS) - Advanced Control Concepts (3 CP, 2 SWS) - Aktorik (3 CP, 2 SWS) - Digitale Sensorsysteme (3 CP, 2 SWS) - Radioastronomische Instrumentierung (3 CP, 2 SWS) - Energie 4.0 (3 CP, 2 SWS)	
Kernmodul: Digitale Signalverarbeitung 6 CP - Videosignalverarbeitung und Schaltungsstrukturen (3 CP, 2 SWS) - Adaptive Filter (3 CP, 2 SWS)		
Masterprojekt 1 7 CP, 2 SWS	Masterprojekt 2 7 CP, 2 SWS	
29 CP, 16 SWS	31 CP, 18 SWS	30 CP, 2 SWS

Studienverlaufsplan Elektrotechnik – Schwerpunkt Elektrotechnische Systementwicklung

Modul		LV	Abschluss	1.	CP	2.	CP	3.	CP
Höhere Mathematik		V/Ü	MP	6	10				
Physik und Elektrodynamik	Physik	S	TMP	2	6				
	Technische Elektrodynamik	V/Ü	TMP	2					
Digitale Signalverarbeitung	Videosignalverarbeitung und Schaltungsstrukturen	S	TMP	2	6				
	Adaptive Filter	S	TMP	2					
Masterprojekt 1		Pro	MP	2	7				
Spezialisierungsbereich (Pflicht)	Embedded Systems	S	MP			4	6		
12 CP, 8 SWS	Vernetzte Systeme	S	MP			4	6		
Wahlfachbereich	Wählbar, z.B. - Objektorientierte Steuerungstechnik (3 CP, 2 SWS) - Advanced Control Concepts (3 CP, 2 SWS) - Aktorik (3 CP, 2 SWS) - Digitale Sensorsysteme (3 CP, 2 SWS) - Radioastronomische Instrumentierung (3 CP, 2 SWS) - Energie 4.0 (3 CP, 2 SWS)		MP MP ...			8	12		
12 CP, 8 SWS									
Masterprojekt 2		Pro	MP			2	7		
Master-Thesis + Kolloquium	Master-Thesis Kolloquium							2	28 2
Gesamt				16	29	18	31	2	30

Lehrveranstaltungen (LVA): Vorlesung (V), Übung (Ü), Seminar/Seminaristischer Unterricht (S), Projekt (Pro)

Module im Spezialisierungs- und Wahlfachbereich können 6 CP / 4 SWS oder 3 CP / 2 SWS umfassen; in der Summe müssen in jedem Bereich Veranstaltungen im Gesamtumfang von 12 CP / 8 SWS erbracht werden.

Master Maschinenbau – Schwerpunkt Mechatronik

Sommersemester	Wintersemester	Sommersemester
Höhere Mathematik 10 CP, 6 SWS	Spezialisierungsbereich (Pflicht) 12 CP, 8 SWS 1. Digitale Sensorsysteme (3 CP, 2 SWS) 2. Aktorik (3 CP, 2 SWS) 3. Advanced Control Concepts (3 CP, 2 SWS) 4. Rapid Control Prototyping (3 CP, 2 SWS)	Master-Thesis 28 CP Master-Kolloquium 2 CP 2 SWS
Physik 6 CP - Physik (3 CP, 2 SWS) - Technische Thermodynamik (3 CP, 2 SWS)	Wahlfachbereich 12 CP, 8 SWS, z.B. - Ausgewählte Kapitel der Technischen Mechanik (6 CP, 4 SWS) - Fortgeschrittene FEM (6 CP, 4 SWS) - Automation (6 CP, 4 SWS) - Objektorient. Steuerungstechnik (3 CP, 2 SWS) - Energie 4.0 (3 CP, 2 SWS) - Mehrkörpersimulation (6 CP, 4 SWS)	
Kernmodul: Mechatronische Systeme 6 CP - Integrierte Mechatronische Systeme (3 CP, 2 SWS) - Integration elektrischer Aktoren (3 CP, 2 SWS)		
Masterprojekt 1 7 CP, 2 SWS	Masterprojekt 2 7 CP, 2 SWS	
29 CP, 16 SWS	31 CP, 18 SWS	30 CP, 2 SWS

Studienverlaufsplan Maschinenbau – Schwerpunkt Mechatronik

Modul		LV	Abschluss	1.	CP	2.	CP	3.	CP
Höhere Mathematik		V/Ü	MP	6	10				
Physik	Physik Technische Thermodynamik	S V/Ü	TMP TMP	2 2	6				
Mechatronische Systeme	Integrierte Mechatronische Systeme Integration elektrischer Aktoren	S S	TMP TMP	2 2	6				
Masterprojekt 1		Pro	MP	2	7				
Spezialisierungsbereich (Pflicht) 12 CP, 8 SWS	Digitale Sensorsysteme Aktorik Advanced Control Concepts Rapid Control Prototyping	S S S S	MP MP MP MP			2 2 2 2	3 3 3 3		
Wahlfachbereich 12 CP, 8 SWS	Wählbar, z.B. - Ausgewählte Kapitel der Technischen Mechanik (6 CP, 4 SWS) - Fortgeschrittene FEM (6 CP, 4 SWS) - Automation (6 CP, 4 SWS) - Objektorientierte Steuerungstechnik (3 CP, 2 SWS) - Mehrkörpersimulation (6 CP, 4 SWS) - Energie 4.0 (3 CP, 2 SWS)		MP MP ...			8	12		
Masterprojekt 2		Pro	MP			2	7		
Master-Thesis + Kolloquium	Master-Thesis Kolloquium							2	28 2
Gesamt				16	29	18	31	2	30

Lehrveranstaltungen (LVA): Vorlesung (V), Übung (Ü), Seminar/Seminaristischer Unterricht (S), Projekt (Pro)

Module im Spezialisierungs- und Wahlfachbereich können 6 CP / 4 SWS oder 3 CP / 2 SWS umfassen; in der Summe müssen in jedem Bereich Veranstaltungen im Gesamtumfang von 12 CP / 8 SWS erbracht werden.

Master Maschinenbau – Schwerpunkt Virtuelle Produktentwicklung

Sommersemester	Wintersemester	Sommersemester
Höhere Mathematik 10 CP, 6 SWS	Spezialisierungsbereich (Pflicht) 12 CP, 8 SWS 1. Ausgewählte Kapitel der Technischen Mechanik (6 CP, 4 SWS) 2. Fortgeschrittene FEM (6 CP, 4 SWS)	Master-Thesis 28 CP Master-Kolloquium 2 CP 2 SWS
Physik 6 CP - Physik (3 CP, 2 SWS) - Technische Thermodynamik (3 CP, 2 SWS)	Wahlfachbereich 12 CP, 8 SWS, z.B. - Objektorientierte Steuerungstechnik (3 CP, 2 SWS) - Digitale Sensorsysteme (3 CP, 2 SWS) - Aktorik (3 CP, 2 SWS) - Automation (6 CP, 4 SWS) - Rapid Control Prototyping (3 CP, 2 SWS) - Advanced Control Concepts (3 CP, 2 SWS) - Mehrkörpersimulation (6 CP, 2 SWS) - Energie 4.0 (3 CP, 2 SWS)	
Kernmodul: Modellbasierte Simulationstechniken in der Produktentwicklung (6 CP, 4 SWS)		
Masterprojekt 1 7 CP, 2 SWS	Masterprojekt 2 7 CP, 2 SWS	
29 CP, 16 SWS	31 CP, 18 SWS	30 CP, 2 SWS

Studienverlaufsplan Maschinenbau – Schwerpunkt Virtuelle Produktentwicklung

Modul		LV	Abschluss	1.	CP	2.	CP	3.	CP
Höhere Mathematik		V/Ü	MP	6	10				
Physik	Physik Technische Thermodynamik	S V/Ü	TMP TMP	2 2	6				
Modellbasierte Simulationstechniken in der Produktentwicklung	Modellbasierte Simulationstechniken in der Produktentwicklung	S	MP	4	6				
Masterprojekt 1		Pro	MP	2	7				
Spezialisierungsbereich (Pflicht)	Ausgewählte Kapitel der Technischen Mechanik	S	MP			4	6		
12 CP, 8 SWS	Fortgeschrittene FEM	S	MP			4	6		
Wahlfachbereich	Wählbar, z.B. - Objektorientierte Steuerungstechnik (3 CP, 2 SWS) - Digitale Sensorsysteme (3 CP, 2 SWS) - Aktorik (3 CP, 2 SWS) - Advanced Control Concepts (3 CP, 2 SWS) - Rapid Control Prototyping (3 CP, 2 SWS) - Automation (6 CP, 4 SWS) - Mehrkörpersimulation (6 CP, 4 SWS) - Energie 4.0 (3 CP, 2 SWS)		MP MP ...			8	12		
12 CP, 8 SWS									
Masterprojekt 2		Pro	MP			2	7		
Master-Thesis + Kolloquium	Master-Thesis Kolloquium							2	28
Gesamt				16	29	18	31	2	30

Lehrveranstaltungen (LVA): Vorlesung (V), Übung (Ü), Seminar/Seminaristischer Unterricht (S), Projekt (Pro)

Module im Spezialisierungs- und Wahlfachbereich können 6 CP / 4 SWS oder 3 CP / 2 SWS umfassen; in der Summe müssen in jedem Bereich Veranstaltungen im Gesamtumfang von 12 CP / 8 SWS erbracht werden.

Höhere Mathematik						
Kenn-Nr.		Workload	Credits	Semester	Häufigkeit	Dauer
		300 h	10 CP	1.Fachsemester	jedes SoSe	1 Semester
1	Lehrveranstaltung: Vorlesung/Übung	Kontaktzeit 6 SWS / 90 h	Selbststudium 210 h		Gruppengröße 60 (20 ET + 40 MB)	
2	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen Nach erfolgreichem Abschluss dieses Moduls sind die Studierenden mit vertieften mathematischen Inhalten und Methoden vertraut. Sie sind in der Lage, sich darauf aufbauend neue Gebiete selbstständig zu erarbeiten. Durch die geforderte Abstraktion sollen Gemeinsamkeiten und Querbezüge zwischen unterschiedlichen Anwendungsgebieten erkennbar werden. <u>Schlüsselqualifikationen</u> Die Lehr-Lern-Form im Modul zielt auf problemlösungsorientierte und methodische Kompetenzen der Studierenden ab (mathematisches Abstraktionsvermögen etc.). Durch eigenständige Übungen, auch am Rechner, werden wissenschaftliches Arbeiten, Abstraktionsvermögen und Problemlösungskompetenz gefördert. Die Präsentation von Lösungen durch die Studierenden fördert die argumentative Verteidigung eigene Ideen.					
3	Inhalte - Vektorräume - Differenzial- und Integralrechnung von Funktionen mehrerer Veränderlicher - Vektoranalysis und Integralsätze - Gewöhnliche und partielle Differenzialgleichungen - Integraltransformationen - Numerische Algorithmen					
4	Lehrformen Die Veranstaltung besteht aus Vorlesungen und Übungen. In Form einer klassischen Mathematikvorlesung werden die wesentlichen Inhalte vorgestellt bzw. hergeleitet und erläutert. Diese sind von den Studierenden eigenständig an Hand von anwendungsorientierten Übungs- und Programmieraufgaben zu vertiefen. Die Ergebnisse werden von den Studierenden vorgestellt.					
5	Teilnahmevoraussetzungen Inhaltlich: Analysis und lineare Algebra im Umfang von 2 Semestern Mathematik, gute Kenntnisse einer Programmiersprache oder eines Softwarewerkzeuges der Mathematik, z.B. MATLAB.					
6	Prüfungsformen Mündliche oder schriftliche Prüfung					
7	Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Prüfung					
8	Verwendung des Moduls Pflichtmodul in den Masterstudiengängen Elektrotechnik und Maschinenbau					
9	Stellenwert der Note für die Modulendnote Gewichtung nach § 21 Abs. 2 MPO					
10	Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende Prof. Dr. Gerd Steinebach					
11	Literatur - Ch. Karpfinger: Höhere Mathematik in Rezepten, Springer Spektrum (2013). - K. Meyberg, P. Vachenauer: Höhere Mathematik, Bd.1 und 2, Springer (2001). - G. Bärfwollf: Höhere Mathematik für Naturwissenschaftler und Ingenieure, Spektrum (2005). - A. Quarteroni, F. Saleri: Wissenschaftliches Rechnen mit MATLAB. Springer Verlag (2005). - M. Hanke-Bourgeois: Grundlagen der Numerischen Mathematik und des Wissenschaftlichen Rechnens, Teubner, 2.Auflage (2006). - R.J. LeVeque: Finite Difference Methods for Ordinary and Partial Differential Equations, Society for Industrial and Applied Mathematics (SIAM), Philadelphia (2007). - Weitere Literatur wird in der Veranstaltung bekannt gegeben.					

Physik					Elektrotechnik
Kenn-Nr.	Workload 180 h	Credits 6 CP	Semester 1. Fachsemester	Häufigkeit jedes SoSe	Dauer 1 Semester
1	Lehrveranstaltung: a) Physik b) Technische Elektrodynamik	Kontaktzeit 2 SWS / 30 h 2 SWS / 30 h	Selbststudium 120 h	Gruppengröße 60 (ET + MB) 20 (ET)	
2	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen Nach erfolgreichem Abschluss dieses Moduls sind die Studierenden mit den zentralen Modellvorstellungen und Prinzipien der modernen klassischen Mechanik vertraut. Sie erkennen die Äquivalenz von Newton'scher und Lagrange'scher Formulierung der Mechanik und die damit verbundenen Implikationen für darauf aufbauende, vertiefte physikalische Inhalte moderner ingenieurwissenschaftlicher Methoden. Sie können Wissen aus der Elektrodynamik und deren Rechenmethoden bei der Lösung technischer Probleme anwenden. Sie sind in der Lage, sich darauf aufbauend neue Themengebiete selbstständig zu erarbeiten. <u>Schlüsselqualifikationen</u> Die Lehr-Lern-Form im Modul zielt auf problemlösungsorientierte und methodische Kompetenzen der Studierenden ab. Durch den seminaristischen Unterricht wird selbstständiges wissenschaftliches Arbeiten gefördert; Aktivierende Elemente stärken die Argumentations- und Diskussionsfähigkeit der Teilnehmer.				
3	Inhalte <u>Allgemeine Physik</u> Ausgewählte Inhalte der klassischen theoretischen Mechanik als methodischer Zugang zu den zentralen modernen (ab 20. Jhd.) Themen der Physik: - Einteilchen- vs. Mehrteilchen-Systeme, Bezugssysteme und Erhaltungsgrößen - Zwangsbedingungen und das Prinzip von D'Alembert (in Lagrange'scher Fassung) - Lagrange'sche Gleichungen 1. und 2. Art, Symmetrien und Erhaltungssätze - Prinzip der kleinsten Wirkung und das Hamilton'sche Formulierung der Mechanik - Konsequenzen und Anwendungen auf moderne Themen der Physik (z.B. Zentralkraftbewegung, Stabilität und Bifurkation, Ausblick: Mehrkörpersysteme (MB) bzw. Quantenmechanik (ET)) <u>Technische Elektrodynamik</u> - Statische elektrische Felder - Magnetfeld stationärer Ströme - Zusammenhang E und B (relativistische Effekte, Bezugssystem) - Kräfte auf bewegte Ladungen/Ströme im Magnetfeld - Vektorpotential - Maxwell'sche Gleichungen - Elektromagnetische Felder, Dipol				
4	Lehrformen Vorlesung/Seminar mit Übungsanteilen. Die Veranstaltung besteht aus einführenden Vorträgen der Dozenten und Präsentationen der Studierenden. Fachliche Inhalte sind von den Studierenden eigenständig an Hand von anwendungsorientierten Übungs- und Programmieraufgaben zu vertiefen. Die Ergebnisse werden im Seminar von den Studierenden vorgestellt.				
5	Teilnahmevoraussetzungen inhaltlich: Gute Kenntnisse der Newton'schen Mechanik, Elektrizitätslehre, Magnetismus sowie Optik				
6	Prüfungsformen Zwei getrennte Teilmodulprüfungen für a) und b) in Form der mündlichen oder schriftlichen Prüfung (Klausur), die getrennt bestanden werden müssen.				
7	Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten				

	Bestehen der beiden Teilmodulprüfungen
8	Verwendung des Moduls Pflichtmodul im Masterstudiengang Elektrotechnik Die Veranstaltung a) stellt den allgemeinen Teil dar (für Elektrotechnik und Maschinenbau gemeinsam), die Veranstaltung b) den speziellen Teil für den Master Elektrotechnik
9	Stellenwert der Note für die Modulendnote Gewichtung nach § 21 Abs. 2 MPO Die Modulendnote ergibt sich aus dem Mittelwert der Noten der beiden Teilmodulprüfungen (50/50).
10	Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende a) Prof. Dr. Dirk Reith (Modulbeauftragter) b) Prof. Dr. Jürgen Apfelbeck
11	Literatur D. Meschede : Gerthsen Physik, Springer Verlag (2015) T. Fließbach: Mechanik: Lehrbuch zur Theoretischen Physik I, Springer Verlag (2014) H. Goldstein: „Klassische Mechanik“, Wiley VCH (2006) W. Nolting: „Grundkurs Theoretische Physik 1: Klassische Mechanik“ (2018) und „Grundkurs Theoretische Physik 2: Analytische Mechanik“ (2014), Springer Spektrum P.A. Tipler : Physik: Für Wissenschaftler und Ingenieure, Springer Verlag (2014) S.Brandt, H.D. Dahmen : Elektrodynamik. Eine Einführung in Experiment und Theorie, Springer Verlag (2005) W. Nolting : Grundkurs Theoretische Physik, Band 3: Elektrodynamik, Springer-Verlag (2011) D. Petrascheck, F. Schwabl : Elektrodynamik, Springer Verlag (2016) J. D. Jackson : Klassische Elektrodynamik, deGruyter (2014) W. Greiner : Theoretische Physik 3, Klassische Elektrodynamik, Harri Deutsch (2008)

Physik					Maschinenbau
Kenn-Nr.	Workload 180 h	Credits 6 CP	Semester 1.Fachsemester	Häufigkeit jedes SoSe	Dauer 1 Semester
1	Lehrveranstaltung: a) Physik b) Technische Thermodynamik	Kontaktzeit 2 SWS / 30 h 2 SWS / 30 h	Selbststudium 120 h	Gruppengröße 60 (ET + MB) 40 (MB)	
2	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen Nach erfolgreichem Abschluss dieses Moduls sind die Studierenden mit den zentralen Modellvorstellungen und Prinzipien der modernen klassischen Mechanik vertraut. Sie erkennen die Äquivalenz von Newton'scher und Lagrange'scher Formulierung der Mechanik und die damit verbundenen Implikationen für darauf aufbauende, vertiefte physikalische Inhalte moderner ingenieurwissenschaftlicher Methoden. Sie können Wissen aus der Thermodynamik und deren Rechenmethoden bei der Lösung technischer Probleme anwenden. Sie sind in der Lage, sich darauf aufbauend neue Themengebiete selbstständig zu erarbeiten. <u>Schlüsselqualifikationen</u> Die Lehr-Lern-Form im Modul zielt auf problemlösungsorientierte und methodische Kompetenzen der Studierenden ab. Durch den seminaristischen Unterricht wird selbstständiges wissenschaftliches Arbeiten gefördert; Aktivierende Elemente stärken die Argumentations- und Diskussionsfähigkeit der Teilnehmer.				
3	Inhalte <u>Allgemeine Physik</u> Ausgewählte Inhalte der klassischen theoretischen Mechanik als methodischer Zugang zu den zentralen modernen (ab 20.Jhd.) Themen der Physik: - Einteilchen- vs. Mehrteilchen-Systeme, Bezugssysteme und Erhaltungsgrößen - Zwangsbedingungen und das Prinzip von D'Alembert (in Lagrange'scher Fassung) - Lagrange'sche Gleichungen 1. und 2. Art, Symmetrien und Erhaltungssätze - Prinzip der kleinsten Wirkung und das Hamilton'sche Formulierung der Mechanik - Konsequenzen und Anwendungen auf moderne Themen der Physik (z.B. Zentralkraftbewegung, Stabilität und Bifurkation, Ausblick: Mehrkörpersysteme (MB) bzw. Quantenmechanik (ET)) <u>Technische Thermodynamik</u> - Kreisprozesse von Kraft- und Arbeitsmaschinen - Strömungsprozesse - Wärmeübertragung - Verbrennungsprozesse				
4	Lehrformen Vorlesung/Seminar mit Übungsanteilen. Die Veranstaltung besteht aus einführenden Vorträgen der Dozenten und Präsentationen der Studierenden. Fachliche Inhalte sind von den Studierenden eigenständig an Hand von anwendungsorientierten Übungs- und Programmieraufgaben zu vertiefen. Die Ergebnisse werden im Seminar von den Studierenden vorgestellt.				
5	Teilnahmevoraussetzungen inhaltlich: Gute Kenntnisse der Newton'schen Mechanik, Technischen Mechanik, Thermodynamik				
6	Prüfungsformen Zwei getrennte Teilmodulprüfungen für a) und b) in Form der mündlichen oder schriftlichen Prüfung (Klausur)				
7	Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der beiden Teilmodulprüfungen				
8	Verwendung des Moduls Pflichtmodul im Masterstudiengang Maschinenbau				

	Die Veranstaltung a) stellt den allgemeinen Teil dar (für Elektrotechnik und Maschinenbau gemeinsam), die Veranstaltung b) den speziellen Teil für den Master Maschinenbau
9	Stellenwert der Note für die Modulendnote Gewichtung nach § 21 Abs. 2 MPO Die Modulendnote ergibt sich aus dem Mittelwert der Noten der beiden Teilmodulprüfungen (50/50).
10	Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende a) Prof. Dr. Dirk Reith (Modulbeauftragter) b) Prof. Dr.-Ing. Klaus Wetteborn
11	Literatur Allgemeine Physik - D. Meschede : Gerthsen Physik, Springer Verlag (2015) - T. Fließbach: Mechanik: Lehrbuch zur Theoretischen Physik I, Springer Verlag (2014) - H. Goldstein: „Klassische Mechanik“, Wiley VCH (2006) - W. Nolting: “Grundkurs Theoretische Physik 1: Klassische Mechanik” (2018) und „Grundkurs Theoretische Physik 2: Analytische Mechanik“ (2014), Springer Spektrum - P.A. Tipler : Physik: Für Wissenschaftler und Ingenieure, Springer Verlag (2014) Literatur Technische Thermodynamik - Langeheinecke, K.: Thermodynamik für Ingenieure, 9. Auflage, Vieweg Verlag 2013 - Windisch, H.: Thermodynamik, 5. Auflage, Oldenbourg Verlag 2014 - Cerbe, G; Wilhelms, G.: Einführung in die Thermodynamik, 17. Auflage, Hanser Verlag 2013

Kernmodule

Master Elektrotechnik

Digitale Signalverarbeitung (6 CP)

- Videosignalverarbeitung und Schaltungsstrukturen (3 CP, 2 SWS)
- Adaptive Filter (3 CP, 2 SWS)

Master Maschinenbau – Mechatronik

Mechatronische Systeme (6 CP)

- Integrierte Mechatronische Systeme (3 CP, 2 SWS)
- Integration elektrischer Aktoren (3 CP, 2 SWS)

Master Maschinenbau – Virtuelle Produktentwicklung

Modellbasierte Simulationstechniken in der Produktentwicklung (6 CP, 4 SWS)

Digitale Signalverarbeitung					Elektrotechnik
Kenn-Nr.	Workload 180 h	Credits 6 CP	Semester 1. Fachsemester	Häufigkeit jedes SoSe	Dauer 1 Semester
1	Lehrveranstaltung: a) Videosignalverarbeitung und Schaltungsstrukturen b) Adaptive Filter		Kontaktzeit 2 SWS / 30 h 2 SWS / 30 h	Selbststudium 60 h 60 h	Gruppengröße 20
2	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen a) Videosignalverarbeitung und Schaltungsstrukturen Nach erfolgreichem Abschluss dieses Moduls verstehen die Studierenden komplexe Algorithmen der Signalverarbeitung, insbesondere für Videosignale, und kennen Schaltungsstrukturen für deren effiziente Implementierungen. b) Adaptive Filter Die Studierenden sind in der Lage, stochastische Variablen und Prozesse durch aussagefähige Kenngrößen zu charakterisieren, und sind mit den Basisstrukturen adaptiver Filter vertraut. Sie können adaptive Filter im Zeitbereich analysieren, entwickeln und hinsichtlich ihrer Betriebsweise bewerten.				
3	Inhalte <u>Videosignalverarbeitung und Schaltungsstrukturen</u> • Computer Arithmetik, Zahlendarstellungen • FIR-Filter und Multiraten-Signalverarbeitung • Algorithmen der Bild und Videosignalverarbeitung ◦ Subjektive Bildverbesserung ◦ Quellencodierung ◦ Machine Learning <u>Adaptive Filter</u> • Zufallsvariablen, stochastische Prozesse: Begriffsdefinitionen, Momente 1. und 2. Ordnung, stationäre stoch. Prozesse, Ergodenhypothese, zeitdiskrete stochastische Prozesse/Systeme • Zufallssignale und LTI-Systeme: Verknüpfungen stochastischer Signale, Reaktion von LTI-Systemen auf stochastische Signale, Wiener-Chintschin-Theorem, Anwendungsbeispiel „Wiener-Filter“ • Adaptive Filter: Grundlegende Merkmale adaptiver Filter, typische Einsatzfelder (Active Noise Control, Adaptive Echo Cancelling, etc.), Anforderungen an die Signalstatistik, Adaption nach dem LMS (Least Mean Square) Verfahren, Lernkurven, Entwicklung adaptiver Filter unter MATLAB/Simulink (DSP System Toolbox) und/oder LabVIEW (Adaptive Filter Toolkit), praktische Gesichtspunkte („überwachtes Lernen“)				
4	Lehrformen Durch Vorlesungs- und praktische Übungsanteile ergänzter seminaristischer Unterricht unterstützt durch Vorarbeit der Lernenden in Lehrbuch und aktueller Literatur.				
5	Teilnahmevoraussetzungen Formal keine, aber inhaltlich für <u>Videosignalverarbeitung und Schaltungsstrukturen:</u> Kenntnisse der Digitaltechnik, der Mikrocomputertechnik und der Grundlagen dynamischer Systeme, insbesondere Kenntnisse der grundlegenden Eigenschaften zeitdiskreter Signale und des Zusammenhangs der Darstellungen im Zeitbereich und Frequenzbereich. <u>Adaptive Filter:</u> Fundierte Kenntnisse der Grundlagen dynamischer Systeme und der analogen und digitalen Signalverarbeitung.				
6	Prüfungsformen Zwei getrennte Teilmodulprüfungen für a) und b) jeweils in Form einer schriftlichen oder mündlichen Prüfung.				
7	Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der beiden Teilmodulprüfungen				

8	Verwendung des Moduls Kernmodul im Master Elektrotechnik, Schwerpunkt Elektrotechnische Systementwicklung
9	Stellenwert der Note für die Modulendnote Gewichtung nach § 21 Abs. 2 MPO
10	Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende a) Prof. Dr.-Ing. Marco Winzker b) Prof. Dr.-Ing. Andreas Bunzemeier; Lehrender: Dr.-Ing. Wolfgang Ptacek
11	Literatur a) Videosignalverarbeitung und Schaltungsstrukturen Lehrbuch: U. Meyer-Baese, „Digital signal processing with field programmable gate arrays“, Springer, 2014. Aktuelle Literatur, beispielsweise: J. Y. S. Low, et.al. “A Signed Integer Programmable Power-of-Two Scaler for $\{2n-1, 2n, 2n+1\}$ RNS,” IEEE ISCAS, 2013. - Y.-L. Chang, et.al. “Motion Compensated Error Concealment for HEVC Based on Block-Merging and Residual Energy,” 20th International IEEE Packet Video Workshop, 2013. b) Adaptive Filter - Beucher, O.: “Signale und Systeme: Theorie, Simulation, Anwendung: Eine beispielorientierte Einführung mit MATLAB”, Springer, 2018 - Georgii, H.-O.: “Stochastics – Introduction to Probability and Statistics”, De Gruyter Textbook, Berlin, 2012 - Moschytz, G., Hofbauer, M.: “Adaptive Filter”, Springer 2000 - Farhang-Boroujeny, B.: „Adaptive Filters: Theory and Applications, 2nd Edition, Wiley 2013 Weitere aktuelle Literatur wird in der Veranstaltung bekanntgegeben.

Mechatronische Systeme					Maschinenbau
Kenn-Nr.	Workload 180 h	Credits 6 CP	Semester 1. Fachsemester	Häufigkeit jedes SoSe	Dauer 1 Semester
1	Lehrveranstaltung: a) Integrierte Mechatronische Systeme b) Integration elektrischer Aktoren		Kontaktzeit 2 SWS / 30 h 2 SWS / 30 h	Selbststudium 120 h	Gruppengröße 45
2	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen Bei erfolgreichem Abschluss des Moduls erlangen die Studierenden Kompetenzen im Aufbau mechatronischer Systeme, die im Wesentlichen auf Mikrocontrollern o. ä. basieren und in Maschinen integriert sind. Sie erlangen Kenntnisse über Hard- und Software-Fähigkeiten moderner mikroelektronischer Steuerungen und deren Schnittstellen zu Sensoren und Aktoren. Außerdem erhalten Sie Kenntnisse über Methoden der automatischen Systemüberwachung. Die Studierenden erlernen die mathematische Modellierung des Zusammenwirkens elektrischer Aktoren und schwingungsfähiger Mechanik in den mechatronischen Systemen. Außerdem werden Sie in die Lage versetzt, die Parameter der aufgestellten Modelle zu identifizieren und eine modellbasierte Lager- und Drehzahlregelung mit Hilfe moderner Entwicklungstools zu entwerfen. <u>Schlüsselqualifikationen</u> Die Studierenden können sich eigenständig neue Themen erarbeiten. Sie können einen vorgegebenen Zeitrahmen zur Aufbereitung und zur Präsentation von Fachwissen einhalten. Sie können selbstverantwortlich die erarbeiteten Themen in einer Diskussion vertreten.				
3	Inhalte <u>Integrierte mechatronische Systeme / Systemüberwachung</u> • Mikrocontroller, DSP und ASIC • Hardware mikroelektronischer Steuerungen: Analog-Digital-Wandler, CaptureComparePWM-Module, Serielle und Bus-Schnittstellen, Interrupt • Übersicht über Schaltungsentwurf und Platinenlayout, SMD-Fertigung und mechanische Integration • Aufbau integrierter mechatronischer Systeme, Verfahren zum Systementwurf • Automatisierte Systemüberwachung: grundlegende Methoden und beispielhafte Umsetzung <u>Mechatronische Integration elektrischer Aktoren:</u> • Regelstrecken für elektrischer Antriebe und Mehrmassenschwinger • Modellbildung dynamischer Aktorsysteme mit Reibung und Lose • Identifikation und experimentelle Ermittlung von Parameter der Mechanik • Vorstellung einiger ausgewählter Reglerstrukturen • Drehzahl- und Lageregelung mit Zustandsregler, Entwurf von Zustandsbeobachtern				
4	Lehrformen Seminaristischer Unterricht mit Vorlesungsanteilen und Praktikum. Die theoretischen Inhalte werden kompakt vermittelt. Dann werden ausgewählte Problemstellungen zu speziellen Themenbereichen in Einzel- oder Gruppenarbeit bearbeitet. In Vorträgen werden die erforderlichen Grundlagen, die Vorgehensweise, Schwierigkeiten und Lösungen vorgestellt und diskutiert. D.h., ein Teil des Unterrichts erfolgt in Form einer praktischen Arbeit, wo die Studierenden selbständig verschiedene Aufgaben zum Thema Modellbildung, Systemidentifikation und Reglerentwurf von mechatronischen Aktorsystemen bearbeiten und implementieren.				
5	Teilnahmevoraussetzungen inhaltlich: <u>Integrierte mechatronische Systeme / Systemüberwachung:</u> Sicherer Umgang mit der Ingenieur-Mathematik; fundierte Grundlagen der Elektrotechnik, Informatik und Microcontroller, auch Binär- und Hexadezimal-Zahlen. Sicherer Umgang in der C-Programmierung, Grundlagenkenntnisse über Komponenten und den Aufbau mechatronischer Systeme.				

	<u>Mechatronische Integration elektrischer Aktoren:</u> Grundlegende Kenntnisse der Mess- und Regelungstechnik, der Aktorik, der Regelung mechatronischer Systeme und der elektrischen Antriebstechnik.
6	Prüfungsformen Zwei getrennte Teilmodulprüfungen für a) und b) jeweils in Form einer schriftlichen oder mündlichen Prüfung.
7	Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der beiden Teilmodulprüfungen
8	Verwendung des Moduls Kernmodul im Master Maschinenbau, Schwerpunkt Mechatronik
9	Stellenwert der Note für die Modulendnote Gewichtung nach § 21 Abs. 2 MPO Die Modulendnote ergibt sich aus dem Mittelwert der Noten der beiden Teilmodulprüfungen (50/50).
10	Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende a) Prof. Dr. Josef Vollmer (Modulbeauftragter) b) Prof. Dr.-Ing. Roustiam Chakirov
11	Literatur A. und M. König: Das große PIC-Mikro Handbuch, Verlag Franzis C. Huddleston: Intelligent sensor design using the Microchip dsPIC, Verlag Elsevier/Newnes N. Gardner: PIC Micro MCU C, CCS-Inc. ISBN 0-9724181-0-5 W. Bolton: Bausteine mechatronischer Systeme, Verlag Pearson Studium R. Isermann: Mechatronic Systems Fundamentals, Springer-Verlag I. Landau, G. Zito: Digital Control Systems: Design, Identification and Implementation, Springer-Verlag D. Schröder, Elektrische Antriebe - Regelung von Antriebssystemen, Springer-Verlag G. Ellis, Control System Design Guide, Elseviere Academic Press Aktuelle Zeitschriftenartikel. Werden in der Veranstaltung bekanntgegeben

Modellbasierte Simulationstechniken in der Produktentwicklung					Maschinenbau
Kenn-Nr.	Workload 180 h	Credits 6 CP	Semester 1. Fachsemester	Häufigkeit jedes SoSe	Dauer 1 Semester
1	Lehrveranstaltung: Modellbasierte Simulationstechniken in der Produktentwicklung		Kontaktzeit 4 SWS / 60 h	Selbststudium 120 h	Gruppengröße 20
2	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen Die Studierenden erlernen in diesem Modulteil die mathematische Modellierung komplexerer technischer Systeme aus der Praxis. Außerdem werden Sie in die Lage versetzt, ihre aufgestellten Modelle mit Hilfe ausgewählter Simulationsprogramme umzusetzen, zu lösen, zu visualisieren, zu interpretieren und kritisch zu bewerten. Durch die Koppelung von Simulations- und Optimierungsalgorithmen werden typische Vorgehensweisen der Virtuellen Produktentwicklung vermittelt. <u>Schlüsselqualifikationen</u> Lehrinhalte und Lehrform des Moduls fördern das Abstraktionsvermögen und die Fähigkeit des wissenschaftlichen Denkens und Arbeitens. Der Lehrstoff appelliert an die instrumentellen und systemischen Kompetenzen, fordert die praktische Anwendung von Methodenwissen und schult mathematische Problemlösungskompetenzen.				
3	Inhalte • Formulierung klassischer Modellprobleme der Ingenieurspraxis (CFD, Wärmeübertragung, Strukturmechanik, ...) und deren Lösung mit geeigneten Simulations- und Lösertechniken. • Mehrkörpersysteme, Aufbau komplexer Systeme und deren Simulation. • Formulierung und Modellierung gekoppelter Probleme (Multiphysik), z. B. CFD-Strukturmechanik, oder Wärmeleitung-Strukturmechanik sowie deren Lösung mit entsprechender Simulationssoftware. • Einbettung der Simulationstools in Optimierungsalgorithmen. • Qualifizierung statistischer Unsicherheiten • Ausnutzung moderner Rechnerarchitekturen				
4	Lehrformen Vorlesung, Kleingruppenübungen, Seminaristischer Unterricht Die theoretischen Grundlagen werden kompakt vermittelt. Dann werden ausgewählte Problemstellungen zu speziellen Themenbereichen in Einzel- oder Gruppenarbeit bearbeitet. In Vorträgen werden die erforderlichen Grundlagen, die Vorgehensweise, Schwierigkeiten und Lösungen vorgestellt.				
5	Teilnahmevoraussetzungen formal: keine inhaltlich: Generell gute Kenntnisse in Mathematik, Physik und Informatik, speziell fundierte Kenntnisse der Modellbildung und Simulation				
6	Prüfungsformen Eine Modulprüfung in Form der mündlichen oder schriftlichen Prüfung (Klausur)				
7	Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Modulprüfung				
8	Verwendung des Moduls Kernmodul im Master Maschinenbau mit Schwerpunkt Virtuelle Produktentwicklung				
9	Stellenwert der Note für die Modulendnote Gewichtung nach § 21 Abs. 2 MPO				
10	Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende Prof. Dr. Tanja Clees, Prof. Dr. Gerd Steinebach (Modulbeauftragter)				
11	Literatur Betounes, D.; Partial Differential Equations for Computational Science, Springer-Verlag, 1998. Versteeg, H.K., Malalasekera, W.; An Introduction to Computational Fluid Dynamics, Pearson Education, 2007. Heroux, M.A., et al. (eds.); Parallel Processing for Scientific Computing, SIAM 2006. Aschauer, B.: Optimierung der Produktentwicklung durch Simulation, VDM Verlag 2008. Junglas, P.: Praxis der Simulationstechnik, Europa-Lernmittel, Haan-Gruiten, 2014. Angermann, A. et al.: Matlab-Simulink-Stateflow, De Gruyter Oldenbourg Verlag, Berlin 2017. Eigner M. et al.: Modellbasierte Virtuelle Produktentwicklung, Springer Vieweg 2014. Sullivan, T.J.: Introduction to Uncertainty Quantification, Springer 2015. Aktuelle Zeitschriftenartikel. Werden in der Veranstaltung bekanntgegeben				

Masterprojekt 1					
Kenn-Nr.	Workload	Credits	Semester	Häufigkeit	Dauer
	210 h	7 CP	1. Fachsemester	jedes SoSe	1 Semester
1	Lehrveranstaltung: Projekt I	Kontaktzeit 2 SWS / 60 h	Selbststudium 150 h	Gruppengröße 1 oder mehr	
2	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls haben die Studierenden das bisher im Studiengang erworbene Fachwissen exemplarisch angewandt und gelernt, sich zusätzliches Fachwissen selbst anzueignen. Sie können modulübergreifende Aufgabenstellungen eigenständig auf wissenschaftlicher Grundlage bearbeiten. <u>Schlüsselqualifikationen</u> Die Studierenden lernen ein Forschungs- und Entwicklungsprojekt selbständig zu bearbeiten. Sie sind in der Lage den Stand der Forschung zu ermitteln, auf die eigene Problemstellung zu beziehen und eigene Forschungs- und Entwicklungsarbeit zu planen und durchzuführen.				
3	Inhalte Durchführen eines wissenschaftlichen oder anwendungsorientierten Projektes mit den Schwerpunkten: • Erfassen und Detaillieren einer vorgegebenen Aufgabenstellung • Ziel- und ergebnisorientierte Planung des Projektes • Recherche von benötigtem Hintergrund- und Fachwissen aus geeigneten Publikationen • Bearbeitung der Teilaufgaben mit wissenschaftlicher Sorgfalt und Abschluss des Gesamtprojektes • Wissenschaftliche Dokumentation des Projektes. Art und Umfang der Dokumentation ist mit dem jeweiligen Dozent abzustimmen. Als Richtgröße dienen 25-30 DIN-A4 Seiten. Alternativ zur Projektdokumentation kann auch eine Veröffentlichung vorbereitet werden. Das Projektthema wird aktuell festgelegt.				
4	Lehrformen Projektarbeit (Definition, Planung, Durchführung und Abschluss eines Projektes)				
5	Teilnahmevoraussetzungen keine				
6	Prüfungsformen Modulprüfung in Form einer Ausarbeitung und Erörterung (Projektbericht und mündliche Erörterung oder Seminarvortrag). Das Masterprojekt wird möglichst zu Beginn des Semesters verbindlich angemeldet und das Anmeldeformular in Abstimmung mit dem jeweiligen Dozenten im Prüfungssekretariat eingereicht. Mit der Anmeldung beginnt die Bearbeitungszeit.				
7	Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Modulprüfung				
8	Verwendung des Moduls Pflichtmodul in den Masterstudiengängen Elektrotechnik und Maschinenbau				
9	Stellenwert der Note für die Modulendnote Gewichtung nach § 21 Abs. 2 MPO				
10	Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende Modulbeauftragter: Prof. Dr. Gerd Steinebach, Lehrende: Professoren/innen des Fachbereiches				
11	Literatur Wird durch die jeweiligen Dozenten bekanntgegeben und durch die Studierenden im Projekt recherchiert.				
12	Sonstige Informationen Das Projekt dient der eigenständigen Bearbeitung eines aktuellen ingenieurwissenschaftlichen, Forschungs- oder Entwicklungsthemas und bereitet die Master-Thesis vor. Die Projektthemen kommen vorzugsweise aus Forschungs- und Entwicklungsprojekten und -tätigkeiten der Dozenten des Fachbereiches.				

Spezialisierungs- und Wahlfachbereich

Module im Spezialisierungs- und Wahlfachbereich können 6 CP / 4 SWS oder 3 CP / 2 SWS umfassen; in der Summe müssen in jedem Bereich Veranstaltungen im Gesamtumfang von 12 CP / 8 SWS belegt werden.

Im Spezialisierungsbereich sind für die einzelnen Masterstudiengänge und die jeweiligen Schwerpunkte einzelne Veranstaltungen verpflichtend bzw. obligatorisch. D.h., ein Modul kann für einen Schwerpunkt im Spezialisierungsbereich verpflichtend sein und zugleich für den anderen Schwerpunkt im Wahlfachbereich wählbar.

Die Module stellen grundsätzlich einen Auswahlkatalog dar. Die aufgenommenen Fächer werden (soweit nicht obligatorisch) in der Regel angeboten, eine Angebotsgarantie besteht aber nicht. D.h., weitere oder andere Lehrangebote können einerseits hinzukommen, andererseits können Veranstaltungen bei zu geringer Teilnehmerzahl nicht angeboten werden (soweit nicht verpflichtend).

Die Anmeldung zu den Spezialisierungsmodulen erfolgt (wie bei den Wahlfächern im Bachelor) über das SIS.

Spezialisierungsmodule in den Studiengängen/Vertiefungsrichtungen (obligatorisch):Elektrotechnik – Elektrotechnische Systementwicklung

Embedded Systems (6 CP, 4 SWS)

Vernetzte Systeme (6 CP, 4 SWS)

Maschinenbau – Mechatronik

Digitale Sensorsysteme (3 CP, 2 SWS)

Aktorik (3 CP, 2 SWS)

Advanced Control Concepts (3 CP, 2 SWS)

Rapid Control Prototyping (3 CP, 2 SWS)

Maschinenbau – Virtuelle Produktentwicklung

Ausgew. Kapitel der Techn. Mechanik (6 CP, 4 SWS)

Fortgeschrittene FEM (6 CP, 4 SWS)

Wahlfachbereich – kombinatorische Möglichkeiten:

Auswahl „großer“ Wahlfach-/Spezialisierungsmodule (6 CP, 4 SWS)

- Embedded Systems (Pflicht ET)
- Vernetzte Systeme (Pflicht ET)
- Ausgewählte Kapitel der Technischen Mechanik (Pflicht MB Virtuelle Produktentwicklung)
- Fortgeschrittene FEM (Pflicht MB Virtuelle Produktentwicklung)
- Automation (Maschinenbau)
- Mehrkörpersimulation (Maschinenbau)

Auswahl „kleiner“ Wahlfach-/Spezialisierungsmodulen (3 CP, 2 SWS)

- Objektorientierte Steuerungstechnik (für ET und MB)
- Advanced Control Concepts (ET und MB, Pflicht MB Mechatronik)
- Aktorik (ET und MB, Pflicht MB Mechatronik)
- Digitale Sensorsysteme (ET und MB, Pflicht MB Mechatronik)
- Radioastronomische Instrumentierung (ET)
- Rapid Control Prototyping (MB, Pflicht MB Mechatronik)
- Energie 4.0 (für ET und MB)

Embedded Systems						Elektrotechnik
Kenn-Nr.		Workload	Credits	Semester	Häufigkeit	Dauer
		180 h	6 CP	2. Fachsemester	jedes WS	1 Semester
1	Lehrveranstaltung: Seminar		Kontaktzeit 4 SWS / 60 h	Selbststudium 120 h		Gruppengröße 20
2	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen Nach erfolgreichem Abschluss dieses Moduls kennen die Studierenden aktuelle Hardware- und Software-Komponenten eingebetteter Systeme sowie moderne Entwurfsmethodiken zur Entwicklung eingebetteter Systeme. – Kompetenz: Wissen und Anwendung von Entwurfsmethoden. Sie können Programme mit nebenläufigen Pfaden entwerfen und Erweiterungen moderner Mikroprozessoren zur Steigerung der Gesamtperformance nutzen. Weiterhin werden die Studierenden dazu angeleitet, sich anhand von aktuellen Publikationen eigenständig in das Thema „embedded systems“ zu vertiefen. Dabei erwerben sie die Fähigkeit, abstrakte Programmiermodelle und theoretische Verfahren auf praktische Fragestellungen anzuwenden. <u>Schlüsselqualifikationen</u> Wissenschaftliches Arbeiten, Analytik, Abstraktionsvermögen, Eigenständigkeit, methodisches und instrumentelles Denken.					
3	Inhalte Hardware - Architekturen in eingebetteten Systemen - Mikrocontroller in mechatronischen Systemen Software - Systemnahe Programmierung „Eingebetteter Systeme“ - Echtzeitverhalten, Programmierkonzepte, Interrupt/Polling - Kommunikationskonzepte und –schnittstellen - Context-Switching, Scheduling-Verfahren, Interprozess-Kommunikation, Synchronisation - Multicore- / Multithreading-Programmierung - objektorientierte Basics und Prinzipien, sowie Analyse- und Designmethoden und Heuristiken Entwurfsmethodik - Spezifikationen eingebetteter Systeme - Objektorientierte Entwurfsmethoden/-muster mit Java und C/C++					
4	Lehrformen Seminaristischer Unterricht unterstützt durch Vorarbeit der Lernenden in Lehrbuch und aktueller Literatur, praktische Übungen zur Software-Entwicklung.					
5	Teilnahmevoraussetzungen formal: keine inhaltlich: Grundlegende Kenntnisse der Informatik und über den Aufbau und Einsatz von Mikroprozessoren. Grundlagen der Programmierung (von der Aufgabe zum Lösungsansatz), insbesondere der Programmiersprache C (Elementare Datentypen, Kontrollstrukturen, Funktionen, Adressen und Zeiger, Felder und Strings, Speicherverwaltung, strukturierte Datentypen, Listen).					
6	Prüfungsformen Eine Modulprüfung in Form der mündlichen oder schriftlichen Prüfung (Klausur).					
7	Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Modulprüfung					

8	Verwendung des Moduls Pflichtmodul (Spezialisierungsbereich) im Master Elektrotechnik
9	Stellenwert der Note für die Modulendnote Gewichtung nach § 21 Abs. 2 MPO
10	Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende Prof. Dr. Irene Rothe (Modulbeauftragte), Prof. Dr. Thomas Breuer
11	Literatur: • P. Marwedel, „Eingebettete Systeme,“ Springer, 2007. • Bens, Schürmann, Trapp, „Eingebettete Systeme“, Vieweg-Teubner, 2010 • A. S. Tanenbaum, „Computerarchitektur – Strukturen, Konzepte, Grundlagen“, Pearson Studium, 2006 • O'Reilly „„Entwurfsmuster von Kopf bis Fuß“ • O'Reilly „Objektorientierte Analyse und Design“ • Freemann, Steve; Pryce, Nat: „Growing-Object-Oriented Software, Guided by Tests“, Addison-Wesley 2009 • McLaughlin, Pollice, West, O'Reilly, „Objektorientiertes Analyse&Design“, 2007 • Erich Gamma, Richard Helm, Ralph Johnson, John Vlissides, „Design Patterns: Elements of Reusable Object-Oriented Software“, 1994 • M. Grand, „Patterns in Java“ Wiley Verlag, 1998 • Gamma, Helm, Johnson, Vlissides: „Entwurfsmuster“, Addison-Wesley, 2004 • Doug Lee, „A Java Fork/Join Framework“, 2000 • Bollow, Homann, Köhn, "C und C++ für Embedded Systems", mitp, 2009 Weitere aktuelle Literatur wird in der Veranstaltung bekannt gegeben.

Vernetzte Systeme						Elektrotechnik
Kenn-Nr.		Workload	Credits	Semester	Häufigkeit	Dauer
		180 h	6 CP	2.Fachsemester	jedes WS	1 Semester
1	Lehrveranstaltung: Seminaristischer Unterricht		Kontaktzeit 4 SWS / 60 h	Selbststudium 120 h		Gruppengröße 20
2	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen Die Studierenden können grundlegende Breitbandmodulations- und Konnektivitätsverfahren moderner vernetzter Systeme erläutern. Sie sind in der Lage ausgewählte Teilbereiche daraus zu simulieren und ihre Ergebnisse im Kontext der aktuellen Forschung kritisch einzuordnen und zu beleuchten.					
3	Inhalte Grundlegende Breitbandmodulations- und Konnektivitätsverfahren moderner Funknetzwerke: • Wireless Networks • Communication Protocols for WSNs • Coverage and Connectivity • Spread Spectrum Communications.					
4	Lehrformen Seminar					
5	Teilnahmevoraussetzungen formal: keine inhaltlich: Kenntnisse der grundlegenden Übertragungsverfahren von Kommunikationssystemen und Programmierung eines Simulationstools (z.B. Matlab, Python oder LabVIEW).					
6	Prüfungsformen Modulprüfung in Form einer Ausarbeitung mit Erörterung.					
7	Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Modulprüfung					
8	Verwendung des Moduls Pflichtmodul (Spezialisierungsbereich) im Masterstudiengang Elektrotechnik					
9	Stellenwert der Note für die Modulendnote Gewichtung nach § 21 Abs. 2 MPO					
10	Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende Prof. Dr.-Ing. Alejandro Valenzuela (Modulbeauftragter)					
11	Literatur • Simon Haykin, David Kolipillai, "Modern Wireless Communications", Pearson 2011. • Mosa Ali Abu-Rgheff, "Introduction to CDMA Wireless Communications", Elsevier 2007. Weitere themenbezogene Literatur wird zu Beginn des Seminars bekanntgegeben.					

Ausgewählte Kapitel der Technischen Mechanik						Maschinenbau
Kenn-Nr.		Workload	Credits	Semester	Häufigkeit	Dauer
		180 h	6 CP	2.Fachsemester	jedes WS	1 Semester
1	Lehrveranstaltung: Seminar		Kontaktzeit 4 SWS / 60 h	Selbststudium 120 h		Gruppengröße 20
2	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen Nach erfolgreichem Abschluss dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage, erweiterte Aufgabenstellung der Biegung (konkret Knickung und schiefe Biegung) zu lösen und Spannungen und Verformungen an dünnwandigen tordierten Profilen zu berechnen. Sie können die Berechnungsansätze für räumliche Bewegungen, konkret die Kreiseffekte, verstehen und anwenden. Sie sind in der Lage, den Euler-Lagrange-Formalismus zur Lösung von Bewegungsgleichungen auf technische mechanische Systeme anzuwenden. Zudem können sie Übertragungsfunktionen für beliebige Schwingungssysteme linearen Charakters bestimmen und können die Grundzüge der Rotordynamik verstehen und auf Berechnungen anwenden.					
3	Inhalte - Ausgewählte Vertiefungen der Elastostatik (Schiefe Biegung, Knickung, Torsion offener dünnwandiger Profile) - Ausgewählte Vertiefungen der Kinetik/Kinematik (Räumliche Bewegung, Kreiselbewegung mit Präzession und Nutation, Massenträgheitstensor) - Energiebetrachtungen auf Basis von Potentialgleichungen, Lösung von Bewegungsgleichungen über Lagrange- und Hamilton-Formalismus - Einführung in die Maschinendynamik: Erzwungene und gedämpfte Schwingungen, Übertragungsfunktionen bei verschiedenen Anregungsarten, Mehrmassenschwinger, Rotordynamik					
4	Lehrformen Theorie und Übungen in seminaristischem Unterrichtsstil					
5	Teilnahmevoraussetzungen formal: keine inhaltlich: Fundierte Kenntnisse der Höheren Mathematik, der Physik und der Technischen Mechanik					
6	Prüfungsformen Modulprüfung in Form einer schriftliche Prüfung (Klausur, Dauer & Umfang: 120 Minuten)					
7	Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Modulprüfung					
8	Verwendung des Moduls Wahlfachmodul im Master Maschinenbau, Schwerpunkt Mechatronik Pflichtmodul (Spezialisierungsbereich) im Master Maschinenbau, Schwerpunkt Virtuelle Produktentwicklung					
9	Stellenwert der Note für die Modulendnote Gewichtung nach § 21 Abs. 2 MPO					
10	Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende Prof. Dr. Dirk Reith (Modulbeauftragter), Prof. Dr.-Ing. Iris Groß					
11	Literatur Lehrbücher: H. A. Richard, M. Sander: Technische Mechanik. Dynamik, Springer (2014) R. C. Hibbeler: Technische Mechanik/3 – Dynamik, Pearson (2012) F. Kuypers: Klassische Mechanik, Wiley-VCH (2012) M. Prechtel: Mathematische Dynamik, Springer Spectrum (2015) H. Dresig, F. Holzweisig: Maschinendynamik Taschenbuch (2006) Weitere themenbezogene Literatur wird zu Beginn des Seminars bekanntgegeben.					

Fortgeschrittene Finite Elemente Methoden (FEM)						Maschinenbau
Kenn-Nr.		Workload 180 h	Credits 6 CP	Semester 2.Fachsemester	Häufigkeit jedes WS	Dauer 1 Semester
1	Lehrveranstaltung: Seminar		Kontaktzeit 4 SWS / 60 h	Selbststudium 120 h		Gruppengröße 20
2	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen Nach erfolgreichem Abschluss dieses Moduls können die Studierenden strukturmekanische Aufgabenstellungen mithilfe der Methode der finiten Elemente (FEM) lösen. Sie sind in der Lage, erweiterte Materialmodelle - insbesondere zur Beschreibung des Verhaltens von Kunststoffen - zu verstehen und anzuwenden. Die Studierenden können Werkzeuge zur automatischen Optimierung der Bauteilgeometrie auswählen und anwenden. Daneben erhalten sie einen Einblick in die numerische Behandlung dynamischer Simulationen (Modalanalyse, Transiente Analysen, Kurzzeitdynamik). <u>Schlüsselqualifikationen</u> Wissenschaftliches Arbeiten, Analytik, Abstraktionsvermögen, Eigenständigkeit, methodisches und instrumentelles Denken					
3	Inhalte - Grundlagen der Finite Elemente Methode (FEM) - Erweiterte Materialmodellierung - Plastizität / Viskoelastizität - Mathematische Optimierung von Strukturbauteilen (Topologie, Form, Rippen (Beads)) - Optimierungsalgorithmen - Dynamische Analysen - Modalanalyse, Transiente Analysen, Kurzzeitdynamik					
	Lehrformen Seminar					
5	Teilnahmevoraussetzungen formal: keine inhaltlich: gute Kenntnisse der technischen Mechanik und (numerischen) Mathematik					
6	Prüfungsformen Modulprüfung in Form der Ausarbeitung mit Erörterung (A & E).					
7	Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Modulprüfung					
8	Verwendung des Moduls Wahlfachmodul im Master Maschinenbau, Schwerpunkt Mechatronik Pflichtmodul (Spezialisierungsbereich) im Master Maschinenbau, Schwerpunkt Virtuelle Produktentwicklung					
9	Stellenwert der Note für die Modulendnote Gewichtung nach § 21 Abs. 2 MPO					
10	Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende Prof. Dr. Olaf Bruch (Modulbeauftragter)					
11	Literatur Lehrbuch: - Bathe, K.-J.: Finite-Elemente-Methoden, Springer Verlag, 2002 - Klein, B.: FEM Grundlagen und Anwendungen der Finite-Elemente-Methode. Vieweg + Teubner Verlag, 2010 - Jirásek, M., Inelastic analysis of structures, Wiley, 2002. - Schumacher, A., Optimierung mechanischer Strukturen, Springer Verlag, 2013 Weitere themenbezogene Literatur wird zu Beginn des Seminars bekanntgegeben.					

Digitale Sensorsysteme						
Kenn-Nr.		Workload	Credits	Semester	Häufigkeit	Dauer
		90 h	3 CP	2. Fachsemester	jedes WS	1 Semester
1	Lehrveranstaltung: Seminaristischer Unterricht		Kontaktzeit 2 SWS / 30 h	Selbststudium 60 h		Gruppengröße 15+15
2	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen Nach erfolgreichem Abschluss dieses Moduls haben die Studierenden vertiefte Kenntnisse über digitale Sensorsysteme als aktueller Bereich der Sensorik erlangt. Sie sind fähig, sich selbst eigenverantwortlich Fachinhalte zu erarbeiten und dabei Bücher, Fachartikel und Internetquellen zu verwenden. Sie haben beispielhaft eine Vernetzung der Eigenschaften digitaler Sensorsysteme mit der Simulation von digitalen Sensorsystemen kennengelernt. <u>Schlüsselqualifikationen</u> Die Studierenden erlernen sich Wissen aus Literatur und Internet, auch englischsprachig, zu erarbeiten und konkret in Programmstrukturen umzusetzen.					
3	Inhalte • Aufbau eines beispielhaften digitalen Sensorsystems zur Schwingungsüberwachung • Eigenschaften von Beschleunigungssensoren und Anti-Aliasing-Filtern • Programmtechnische Umsetzung von Windowed-Sinc-Filtern als digitale Filter • Programmtechnische Umsetzung der Digital Fourier Transformation • Simulation eines digitalen Sensorsystems mit der Software Labview					
4	Lehrformen Seminaristischer Unterricht: Die Veranstaltung ist ein Mix aus Frontalpräsentation (Vorlesung), Selbstarbeitsphasen der Studierenden mit Programmentwicklung am Laptop. Schwerpunktmäßig wird exemplarisch an ausgewählten Fachinhalten das eigenverantwortliche Selbst-Erarbeiten von Stoff durch die Studierenden gefordert und geübt.					
5	Teilnahmevoraussetzungen inhaltlich: Sicherer Umgang mit der Ingenieur-Mathematik; Grundlagen Elektrotechnik und Microcontroller; fundierte Kenntnisse der Informatik, insbesondere Binär- und Hexadezimal-Zahlen; sicherer Umgang in der C-Programmierung (alternativ Matlab); Grundlagenkenntnisse der Messtechnik und Sensorik, insbesondere dynamische Signalerfassung.					
6	Prüfungsformen Eine Modulprüfung in Form der mündlichen oder schriftlichen Prüfung (Klausur)					
7	Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Modulprüfung					
8	Verwendung des Moduls Wahlfachmodul im Master Elektrotechnik und Maschinenbau / Virtuelle Produktentwicklung Pflichtmodul (Spezialisierungsbereich) im Master Maschinenbau / Mechatronik					
9	Stellenwert der Note für die Modulendnote Gewichtung nach § 21 Abs. 2 MPO					
10	Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende Prof. Dr. Josef Vollmer (Modulbeauftragter)					
11	Literatur • H.-R. Tränkler, E. Obermeier (Hrsg.): Sensortechnik, Springer-Verlag • S. W. Smith: Digital Signal Processing, California Technical Publishing • Aktuelle Konferenzbeiträge und Zeitschriftenartikel (dt./engl.) werden in der Veranstaltung bekanntgegeben.					

Aktorik					
Kenn-Nr.	Workload 90 h	Credits 3 CP	Semester 2. Fachsemester	Häufigkeit jedes WS	Dauer 1 Semester
1	Lehrveranstaltung: Seminaristischer Unterricht	Kontaktzeit 2 SWS / 30 h	Selbststudium 60 h	Gruppengröße	
2	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen Nach erfolgreichem Abschluss dieses Moduls haben die Studierenden vertiefte Kenntnisse in ausgewählten, aktuellen Bereichen der Aktorik erlangt, Der Schwerpunkt wird auf den optimalen Einsatz moderner Antriebe gelegt. Insbesondere sind die Studierenden in der Lage, selbständig Fachinhalte zu erarbeiten und schließlich die bestmöglichen Lösungen für ein konkretes Antriebsproblem zu erarbeiten. Die Studierenden lernen moderne stromrichter gespeiste Antriebe kennen, diese zu berechnen und nach wirtschaftlichen Kriterien einzusetzen. Es werden vertiefte Kenntnisse zur Auslegung von Antrieben vermittelt. Der Schwerpunkt dieser Veranstaltung liegt bei technisch modernen und gleichzeitig wirtschaftlich optimalen Antriebskonzepten mit Drehstrommotoren. <u>Schlüsselqualifikationen</u> Die Studierenden erlernen methodisches wissenschaftliches Arbeiten sowie die analytische Bearbeitung und Lösung von Projektzielen (instrumentelle und systemische Kompetenzen). Sie können sich eigenständig neue fachliche Themen in einem vorgegebenen Zeitrahmen erarbeiten und eigenverantwortlich umsetzen und präsentieren. Die erlangten Schlüsselkompetenzen befähigen die Studierenden, umfangreiche Projekte in kleinste Einheiten zu unterteilen, die Teilergebnisse zu bearbeiten und die Projekte erfolgreich abzuschließen.				
3	Inhalte • Raumzeigertransformation und Modulation • Modellbildung der Asynchron- und Synchronmaschine • Feldorientierte Regelung und Sensorlose Regelungskonzepte • Wirtschaftlicher Einsatz von Maschinen bei konkreten Antriebsaufgaben				
4	Lehrformen Seminaristischer Unterricht Die Stoffvermittlung erfolgt durch Vorträge des Dozenten und Präsentationen der Studierenden. Es werden zunächst die Inhalte stark verdichtet und zügig vermittelt. Im seminaristischen Teil wenden die Studierenden das Gelernte selbständig in praktischen Projektaufgaben aus der Antriebstechnik an. Exemplarisch sind Antriebskonzepte zu entwerfen und auszulegen.				
5	Teilnahmevoraussetzungen inhaltlich: Kenntnisse des Aufbaus, der Funktionsweise und der Berechnungsmethoden elektrischer Maschinen. Grundkenntnisse in der Leistungselektronik sowie der Mess- und Regelungstechnik.				
6	Prüfungsformen Modulprüfung in Form der schriftlichen Prüfung (Klausur)				
7	Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Modulprüfung				
8	Verwendung des Moduls Wahlfachmodul im Master Elektrotechnik und Maschinenbau, Schwerpunkt Virtuelle Produktentwicklung Pflichtmodul (Spezialisierungsbereich) im Master Maschinenbau, Schwerpunkt Mechatronik				
9	Stellenwert der Note für die Modulendnote Gewichtung nach § 21 Abs. 2 MPO				
10	Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende Prof. Dr. Heinrich Salbert (Modulbeauftragter)				
11	Literatur • Aktuelle Zeitschriftenartikel werden in der Veranstaltung bekanntgegeben. • Elektrische Antriebe - Regelung von Antriebssystemen, Dierk Schröder, Springerverlag • Servoantriebe in der Automatisierungstechnik, Uwe Probst, Vieweg Verlag • Leistungselektronische Schaltungen: Funktion, und Anwendung, D. Schröder, Springer				

Advanced Control Concepts					
Kenn-Nr.	Workload	Credits	Semester	Häufigkeit	Dauer
	90 h	3 CP	2. Fachsemester	jedes WS	1 Semester
1	Lehrveranstaltung: Seminaristischer Unterricht	Kontaktzeit 2 SWS / 30 h	Selbststudium 60 h	Gruppengröße	
2	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen Der erfolgreiche Abschluss dieses Moduls befähigt die Studierenden dazu, Methoden der experimentellen Identifikation dynamischer Systeme unter Nutzung deterministischer und stochastischer Testsignale anforderungsgerecht auszuwählen und anzuwenden. Darauf aufbauend sind sie in der Lage, diese so gewonnenen Modelle in Verbindung mit dem Konzept der modellbasierten prädiktiven Regelung (MPC) einzusetzen. Ferner können sie die wesentlichen Eigenschaften von MPC-Konzepten mit linearen Prozessmodellen analysieren und den Einfluss der jeweiligen Optimierungsparameter qualifiziert abschätzen. Im Gegensatz zu MPC verfolgt Fuzzy Control den Ansatz, bewusst auf ein Prozessmodell zu verzichten. Hier sind die Studierenden nach Abschluss des Moduls befähigt, die wichtigsten Grundstrukturen von Fuzzy-Reglern anzugeben bzw. zu unterscheiden und diese auf praktische Problemstellungen anzuwenden. <u>Schlüsselqualifikationen</u> Dieses Modul wird noch durch begleitende Projekte im Bereich „Masterprojekt“ ergänzt. Diese Kombination vermittelt den Studierenden die Schlüsselqualifikationen Konfliktfähigkeit, Teamfähigkeit, Argumentations- und Diskussionsfähigkeit, Zuverlässigkeit, interdisziplinäres Denken und Handeln, Selbstorganisation und strukturiertes Handeln, Zeitmanagement.				
3	Inhalte • Mathematische Prozessmodelle und ihre experimentelle Identifikation: Klassifizierung von Modellen, Begriffsdefinitionen, parametrische/nichtparametrische Modelle, zeitdiskrete Impulsantwort, relevante Testsignale (Sprung, PRBS, ...). • Modellbasierte prädiktive Regelung (MPC): Grundkonzept, Grundlagen der modellgestützten Prädiktion, MPC mit linearen Prozessmodellen, Nutzung der Model Predictive Control Toolbox (MATLAB), Applikationen. • Fuzzy Control: Grundkonzept, Fuzzy Sets, Fuzzy Inferenz, Strukturen und Einsatzszenarien von Fuzzy Control, Applikationen.				
4	Lehrformen Seminaristischer Unterricht, teilweise begleitet durch die Bearbeitung von Problemstellungen mit Hilfe von MATLAB/Simulink in Kleingruppen.				
5	Teilnahmevoraussetzungen formal: keine inhaltlich: Grundlagen dynamischer Systeme, fundierte Kenntnisse der Regelungstechnik, zeitdiskrete Systeme (Differenzgleichungen), MATLAB/Simulink.				
6	Prüfungsformen Eine Modulprüfung in Form der mündlichen oder schriftlichen Prüfung (Klausur)				
7	Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Modulprüfung				
8	Verwendung des Moduls Wahlfachmodul im Master Elektrotechnik und Maschinenbau, Schwerpunkt Virtuelle Produktentwicklung Pflichtmodul (Spezialisierungsbereich) im Master Maschinenbau, Schwerpunkt Mechatronik				
9	Stellenwert der Note für die Modulendnote Gewichtung nach § 21 Abs. 2 MPO				
10	Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende Prof. Dr.-Ing. Andreas Bunzemeier (Modulbeauftragter)				
11	Literatur • Isermann, R., Münchhof, M.: „Identification of Dynamic Systems - An Introduction with Applications“, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2011 • Camacho, E.F., Bordons Alba, C.: „Model Predictive Control“, Springer, Berlin, 2008 • Wang, L.: „Model Predictive Control System Design and Implementation Using MATLAB®“, Springer, Berlin, 2009 • Jantzen, J.: Foundations of Fuzzy Control: A Practical Approach, 2nd Edition“, Wiley, 2013 Weitere aktuelle Literatur wird in der Veranstaltung bekanntgegeben.				

Rapid Control Prototyping					Maschinenbau	
Kenn-Nr.		Workload	Credits	Semester	Häufigkeit	Dauer
		90 h	3 CP	2. Fachsemester	jedes WS	1 Semester
1	Lehrveranstaltung: Seminar		Kontaktzeit 2 SWS / 30 h	Selbststudium 60 h		Gruppengröße 20
2	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen Nach erfolgreichem Abschluss dieses Moduls kennen die Studierenden den Weg des systematischen modellbasierten Steuerungs- und Reglerentwurfs sowie die konkrete Umsetzung der Regelung auf Basis eines rechner- bzw. mikrocontrollerbasierenden Systems. Sie sind in der Lage für die einfachen mechatronischen Systeme die Steuerungs- und Regelungssoftware nach der Methode des Rapid Control Prototyping (RCP) zu entwickeln, zu implementieren und zu testen. An typischen Applikationen der Mechatronik wird die Entwicklungssystematik und der Umgang mit professionellen Entwicklungswerkzeugen (Matlab/Simulink, dSpace...) an realen Prozessen vermittelt. Die Studierenden können Regelsysteme systematisch entwerfen, beurteilen und realisieren, sowie die erarbeiteten Lösungen in fachlichen Diskussionen präsentieren und begründen. <u>Schlüsselqualifikationen</u> Lehrinhalte und Lehrform des Moduls fördern das Abstraktionsvermögen und die Fähigkeit des wissenschaftlichen Denkens und Arbeitens. Der Lehrstoff appelliert an die instrumentellen und systemischen Kompetenzen, fordert die praktische Anwendung von Methodenwissen und schult mathematische Problemlösungskompetenzen.					
3	Inhalte • RCP-Entwicklungssystematik, Software- bzw. Hardware-in-the-loop • Automatische Codegenerierung • Hard- und Software-Tools für das Zielsystem • Rapid Control Prototyping Plattform der Firma dSpace • Low-Cost Embedded Microcontroller als Rapid Control Prototyping Plattform • Zeitdiskrete Systeme • Entwurf digitaler Regelung					
4	Lehrformen Vorlesung, Kleingruppenübungen oder Praktika, Seminaristischer Unterricht Es werden zunächst die theoretischen Inhalte komprimiert vermittelt. Anschließend werden spezifische Themen durch selbstständige Arbeit der Studierenden vertieft und in Seminarvorträgen vorgetragen. Ein Teil des Unterrichts erfolgt in Form einer praktischen Arbeit, wo die Studierenden selbstständig verschiedene regelungstechnische Aufgaben mit Hilfe von RCP-Tools bearbeiten und implementieren.					
5	Teilnahmevoraussetzungen formal: keine inhaltlich: Grundlegende Kenntnisse der Mess- und Regelungstechnik, Mikroprozessortechnik/SPS, Informatik und Regelungstechnik mechatronischer Systeme					
6	Prüfungsformen Eine Modulprüfung in Form der mündlichen oder schriftlichen Prüfung (Klausur)					
7	Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Modulprüfung					
8	Verwendung des Moduls Wahlfachmodul im Master Maschinenbau, Schwerpunkt Virtuelle Produktentwicklung Pflichtmodul (Spezialisierungsbereich) im Master Maschinenbau, Schwerpunkt Mechatronik					
9	Stellenwert der Note für die Modulendnote Gewichtung nach § 21 Abs. 2 MPO					
10	Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende Prof. Dr.-Ing. Roustiam Chakirov (Modulbeauftragter)					
11	Literatur Lehrbuch: D. Abel, A. Bollig: Rapid Control Prototyping, Springer-Verlag R. Isermann: Mechatronic Systems Fundamentals, Springer-Verlag I. Landau, G. Zito: Digital Control Systems: Design, Identification and Implementation, Springer-Verlag Weitere themenbezogene Literatur wird zu Beginn des Seminars bekanntgegeben.					

Automation					Maschinenbau	
Kenn-Nr.		Workload	Credits	Semester	Häufigkeit	Dauer
		180 h	6 CP	2. Fachsemester	jedes WS	1 Semester
1	Lehrveranstaltung: Seminaristischer Unterricht	Kontaktzeit 4 SWS / 60 h	Selbststudium 120 h		Gruppengröße 15	
2	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen Die Produktionstechnik gliedert sich in die Fertigungs-, Verfahrens- und Energietechnik. Aufgabe der Produktionstechnik ist die technische und logistische Gestaltung von effizienten industriellen Produktionssystemen. Dabei spielen zur Produktion von Stückgütern die Fabrikautomation und zur Produktion von Fließgütern die Prozess- und Anlagentechnik eine wichtige Rolle. Die Studierenden erhalten detaillierte Fachkenntnisse der Planung und des Betriebs automatisierter Produktionsanlagen für Stückgüter. Sie beherrschen dabei die grundlegenden Produktionsverfahren und Automatisierungskonzepte. Desweiteren beherrschen sie die Grundlagen der automatisierungsgerechten Produktgestaltung und die organisatorischen Grundlagen des Fabrikbetriebs. Zudem sind sie mit den einzelnen Phasen der Projektabwicklung vertraut. Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage, automatisierte Produktionsanlagen für Stückgüter hinsichtlich ihrer Funktion und Automatisierungssysteme zu verstehen und sich bei Bedarf selbständig weiter in die Thematik einzuarbeiten. <u>Schlüsselqualifikationen</u> Lehrinhalte und Lehrform des Moduls fördern das Organisations- und Abstraktionsvermögen und die Fähigkeit des wissenschaftlichen Denkens und Arbeitens. Der Lehrstoff appelliert an die instrumentellen und systemischen Kompetenzen, fordert die praktische Anwendung von Methodenwissen, praktische Vorstellungskraft und Wissenstransfer und schult Problemlösungskompetenzen.					
3	Inhalte Unter Fabrikautomation versteht man die Automatisierung der Stückfertigung (diskontinuierliche Produktion) in der Fabrik. Die Fabrikautomation umfasst Maschinenbau, Informationstechnik und Elektrotechnik / Elektronik. Fabrikautomation ist die Voraussetzung für die Produktion von qualitativ hochwertigen Massengütern (z.B. Kraftfahrzeuge, Unterhaltungselektronik, IT-Hardware) zu angemessenen Kosten auch in Hochlohnländern. Besondere Bedeutung erlangen dabei flexible automatisierte Produktionsanlagen, die es erlauben, verschiedene Varianten eines Produkts in kleinen Losgrößen, teilweise kundenspezifisch, zu fertigen. Dabei geht der Trend zu immer kürzeren Produktlebenszyklen. • Grundlagen der Fabrikorganisation • Allgemeine Prinzipien der Fabrikautomation • Funktion der wichtigsten Subsysteme der Fabrikautomation: Fördertechnik, Handhabungstechnik, Fertigungstechnik, Anlagensteuerung • Phasen der Anlagenplanung, Erstellung und Bewertung von Layouts • Planungsbeispiele • Neue Trends in der Fabrikautomation: Industrie 4.0,...					
4	Lehrformen Seminaristischer Unterricht mit Vorlesungsanteilen und Übungen					
5	Teilnahmevoraussetzungen formal: keine inhaltlich: Grundwissen des Maschinenbaus und der Fertigungstechnik (Fabrikautomation)					
6	Prüfungsformen Eine Modulprüfung in Form der mündlichen oder schriftlichen Prüfung oder Ausarbeitung und Erörterung					
7	Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Modulprüfung					
8	Verwendung des Moduls Wahlfachmodul im Master Maschinenbau					

9	Stellenwert der Note für die Modulendnote Gewichtung nach § 21 Abs. 2 MPO
10	Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende Prof. Dr.-Ing. Rainer Bastert (Modulbeauftragter)
11	Literatur • Hesse, S.: Fertigungsautomatisierung; Automatisierungsmittel, Gestaltung und Funktion, Vieweg Verlag • Martin, Heinrich / Römisch, Peter / Weidlich, Andreas: Materialflusstechnik; Konstruktion und Berechnung von Transport-, Umschlag- und Lagermitteln; 8. Aufl. 2004, Vieweg Verlag • Wiendahl, Hans-Peter: Betriebsorganisation für Ingenieure, 5. Aufl. 2005, Carl Hanser Verlag München Wien • Sommerer, G.: Unternehmenslogistik, Hanser Verlag, München, Wien, 1998 • Grundig, C.-G.: Fabrikplanung, Hanser Verlag, München, Wien, 3.Aufl. 2009 • Hesse, Stefan: Grundlagen der Handhabungstechnik, Hanser Verlag, München: 2013. • Ten Hompel, Michael; Jünemann, Reinhardt; Nagel, Lars; Schmidt, Thorsten: Materialflusssysteme - Förder- und Lagertechnik -;Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 3.Aufl. 2007 • Dieter Arnold / Kai Furmans: Materialfluss in Logistiksystemen; Springer-Verlag Berlin Heidelberg 6. Aufl. 2009 • Aktuelle Fachzeitschriften zur Seminarvorbereitung

Objektorientierte Steuerungstechnik						
Kenn-Nr.		Workload	Credits	Semester	Häufigkeit	Dauer
		90 h	3 CP	2. Fachsemester	jedes WS	1 Semester
1	Lehrveranstaltung: Seminaristischer Unterricht	Kontaktzeit 2 SWS / 30 h	Selbststudium 60 h		Gruppengröße 30	
2	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen Die Studierenden sind in der Lage moderne Methoden objektorientierter Steuerungstechnik umzusetzen und Softwareanforderungen modellbasiert zu spezifizieren und zu verwalten. Damit können Sie auch größere oder komplexere industrielle Automatisierungsprojekte, die ggf. in Teams aufgeteilt werden müssen, erfolgreich umsetzen und oder später leiten und organisieren und damit eine wiederverwendbare und wartbare Softwarebasis schaffen. <u>Schlüsselqualifikationen</u> Dieses Modul wird noch durch begleitende Projekte im Bereich „Masterprojekt“ ergänzt. Diese Kombination vermittelt den Studierenden die Schlüsselqualifikationen Konfliktfähigkeit, Teamfähigkeit, Argumentations- und Diskussionsfähigkeit, Zuverlässigkeit, interdisziplinäres Denken und Handeln, Selbstorganisation und strukturiertes Handeln, Zeitmanagement.					
3	Inhalte • Requirements Engineering: Anforderungen ermitteln, modellieren, analysieren und verwalten • Moderne Methoden der Steuerungsrealisierung: Objektorientierte Ansätze, Prinzipien und Methoden • Modellbasierte Softwarespezifikation aus statischer und dynamischer Perspektive z.B. Klassen-, und Zustandsdiagramme (endliche Automaten) • SPS Software nach der IEC 61131-3 objektorientiert gestalten • Weitere moderne Methoden der Steuerungsrealisierung					
4	Lehrformen Seminaristischer Unterricht. Im Projektteil sollen praktischen Anwendungen umgesetzt werden bzw. grundlegende Fragestellungen bearbeitet werden.					
5	Teilnahmevoraussetzungen inhaltlich: Grundkenntnisse der Steuerungstechnik und der Programmierung von Steuerungen					
6	Prüfungsformen Mündliche oder schriftliche Prüfung					
7	Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Prüfung					
8	Verwendung des Moduls Wahlfachmodul im Master Elektrotechnik und Maschinenbau					
9	Stellenwert der Note für die Modulendnote Gewichtung nach § 21 Abs. 2 MPO					
10	Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende Prof. Dr.-Ing. Ingo Groß					
11	Literatur • Litz, L.: Grundlagen der Automatisierungstechnik, Oldenbourg, München, 2005 • Balzert, H.: Lehrbuch der Softwaretechnik, Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, 2009 • Witsch, D.; Wannegat, A.; Vogel-Heuser, B.: Entwurf wiederverwendbarer Steuerungssoftware mit Objektorientierung und UML, atp, 5, 2008, pp. 54-60 • Vogel-Heuser, B.; Wannagat, A.: Modulares Engineering und Wiederverwendung mit CoDeSys V3 für Automatisierungslösungen mit objektorientiertem Ansatz, Oldenbourg, München, 2009 • Pohl K.: Basiswissen Requirements Engineering, dpunkt Verlag Heidelberg, 2011 • Ebert C.: Systematisches Requirements Engineering, dpunkt Verlag Heidelberg, 2012					

Radioastronomische Instrumentierung						Elektrotechnik
Kenn-Nr.		Workload	Credits	Semester	Häufigkeit	Dauer
		90 h	3 CP	2. Fachsemester	jedes WS	1 Semester
1	Lehrveranstaltung: Seminar		Kontaktzeit 2 SWS / 30 h	Selbststudium 90 h		Gruppengröße 20
2	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen Das Spezialisierungsmodul gibt eine Einführung in die Techniken, die aktuell in der Radioastronomie (Frequenzbereich: 80 MHz bis 4,7 THz) verwendet und entwickelt werden. Um maximal empfindliche Empfangssysteme zu ermöglichen, werden oftmals Techniken eingesetzt, die an den Grenzen des derzeit technisch Möglichen sind und bisher noch nicht in der Industrie verfolgt werden. Neben den technischen Aspekten der Radioastronomie wird auch immer wieder der Bezug zu aktuellen astronomischen Forschungsfragen hergestellt. Nach erfolgreichem Abschluss dieses Moduls haben die Studierenden zum einen Kenntnisse über die technischen Herausforderungen bei der Entwicklung von extrem empfindlichen Geräten für die Radioastronomie. Zum anderen sind die Studierenden fähig, sich selbst eigenverantwortlich wissenschaftliche Fachinhalte zu erarbeiten und dabei Bücher oder Fachartikel zu verwenden. <u>Schlüsselqualifikationen</u> Die Studierenden erlernen methodisches wissenschaftliches Arbeiten sowie die analytische Bearbeitung und Lösung von Projektzielen im wissenschaftlichen Umfeld (instrumentelle und systemische Kompetenzen). Sie können sich eigenständig neue fachliche Themen in einem vorgegebenen Zeitrahmen erarbeiten und eigenverantwortlich umsetzen und präsentieren. Die erlangten Schlüsselkompetenzen befähigen die Studierenden, umfangreiche Projekte in kleinere Einheiten zu unterteilen, die Teilergebnisse zu bearbeiten und die Projekte erfolgreich abzuschließen.					
3	Inhalte - Einführung in Astrophysik & Radioastronomie. Aktuelle wissenschaftliche Fragestellungen. - Beispiele für Radioteleskope: 100-m RT Effelsberg, APEX, SOFIA, MeerKAT / SKA - Mikrowellentechnik (Maxwell-Gleichung), Leitungstheorie, S-Parameter, Hohlleiter, Tertiär-Optik, Mikrowellenbauteile (MMIC, HEMT, SIS, HEB), Oszillatoren, Photonics - Polarisation (linear, circular) und Stokes-Parameter - Mikrowellenradiometer: Grenzempfindlichkeit (Radiometer-Formel), Aufbau von Radiometern, rauscharme Mikrowellenverstärker, mm- / submm-Detektoren (THz Bereich), inkohärente Detektoren (Bolometer, Microwave kinetic inductance detectors), Kryotechnik - Spektrometer: Filterbankspektrometer, Acousto-Optical Spektrometer (AOS), Autokorrelator-Spektrometer, Fast Fourier Transform Spektrometer (FFTS) - Antennen / Teleskopkonzepte: Antennentypen, Dipol, Parabolreflektor, Interferometer, Ausblick: MeerKAT, SKA - Beobachtungsverfahren in der Radioastronomie: Pointing / Fokus, Messungen von Punktquellen sowie ausgedehnten Quellen und Feldern, Messung von Linienstrahlung (Spektroskopie), Neutronensterne / Pulsare (Suche, Timing), VLBI (very long baseline interferometrie)					
4	Lehrformen Seminaristischer Unterricht					
5	Teilnahmevoraussetzungen formal: keine inhaltlich: Physik: Grundlagen, Optik Elektrotechnik: Digital- und Analogelektronik, Hochfrequenz-Technik					
6	Prüfungsformen					

	Modulprüfung in Form der mündlichen oder schriftlichen Prüfung (Klausur)
7	Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Modulprüfung
8	Verwendung des Moduls Wahlfachmodul im Master Elektrotechnik
9	Stellenwert der Note für die Modulendnote Gewichtung nach § 21 Abs. 2 MPO
10	Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende Prof. Dr. rer. nat. Bernd Klein (Modulbeauftragter)
11	Literatur Lehrbücher: - Landolt-Börnstein, Astronomy, Astrophysics and Cosmology, Chapter „Radio astronomy and instrumentation“ (Richard Wielebinski & Bernd Klein), Springer 2010 - Wilson, Rohlfs & Hüttenmeister, „Tools of Radioastronomie“, Springer 2009 - Hachenberg & Vowinkel, „Technische Grundlagen der Radioastronomie“, BI Wissenschaftsverlag, 1982 Publikationen: - Klein, B., Philipp, S.D., Güsten, R., Krämer, I., Samtleben, D. "A new generation of spectrometers for radio astronomy: Fast Fourier Transform Spectrometer", 2006, Proc. of the SPIE, Millimeter and Submillimeter Detectors and Instrumentation for Astronomy III. Vol. 6275, pp. 627511 - Klein, B., Hochgürtel, S., Krämer, I., Bell, A., Güsten, R., "High-resolution wide-band Fast-Fourier Transform spectrometers", SOFIA/GREAT special issue, 2012, A&A, 542, L3 Weitere themenbezogene Literatur wird zu Beginn des Seminars bekanntgegeben.

Mehrkörpersimulation (MKS)						Maschinenbau
Kenn-Nr.		Workload	Credits	Semester	Häufigkeit	Dauer
		180 h	6 CP	2.Fachsemester	jedes WS	1 Semester
1	Lehrveranstaltung: Seminar		Kontaktzeit 4 SWS / 60 h	Selbststudium 120 h		Gruppengröße 30
2	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen Bei erfolgreichem Abschluss des Moduls erlangen die Studierenden Kompetenzen in den wissenschaftlichen Grundlagen und Methoden der Mehrkörperdynamik und dem Aufbau und Anwendung eines MKS-Programmes, Die Studierenden können ein reales Mehrkörper-System geeignet modellhaft abbilden, d.h., sie können die Beziehungen der räumlichen Kinetik und Kinematik verstehen und in einem Modell umsetzen. Sie kennen die numerischen Lösungsverfahren und ihre Vor- und Nachteile, können die passenden Berechnungsmethoden wählen und das Simulationsergebnis, d.h., das dynamische Verhalten des Systems beurteilen und interpretieren. <u>Schlüsselqualifikationen</u> Dieses Modul fördert das Abstraktionsvermögen und die Fähigkeit zur Transferleistung in die Praxis. Es zielt auf selbstständiges wissenschaftliches Arbeiten mit problemlösungsorientiertem Ansatz ab					
3	Inhalte Grundprinzipien der klassischen Mechanik (Stationäre Wirkung, Euler Lagrange Gleichungen) Formen der Bewegungsgleichungen (Deskriptor- und Minimalform) Gleichungen für die Dynamik eines Starrkörpers Winkelgeschwindigkeit, Trägheitstensor und Rotationsenergie Zwangsbedingungen und Gelenke Kontaktberechnung Numerische Lösungsverfahren für gewöhnliche Differentialgleichungen und algebraische Differentialgleichungen (Runge Kutta, HHT) sowie deren Vor- und Nachteile Modellbildung und dynamisches Verhalten Einbindung in ein Simulationsprogramm Vorstellung des kommerziellen Simulationsprogrammes MSC ADAMS Beurteilung und Interpretation von Simulationsergebnissen Umsetzung an Praxisbeispielen (Antriebssystemen, Fahrwerken usw.)					
	Lehrformen Seminaristischer Unterricht mit Vorlesungsanteilen und praktischer Übung am PC.					
5	Teilnahmevoraussetzungen formal: keine inhaltlich: Einfache Differentialrechnung und Vektorrechnung, Lineare Algebra, gewöhnliche Differentialgleichungen (Mathematik 1&2,Modellbildung und Simulation 1)					
6	Prüfungsformen Ausarbeitung und Erörterung					
7	Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Prüfung					
8	Verwendung des Moduls Wahlfachmodul im Master Maschinenbau (beide Vertiefungsrichtungen)					
9	Stellenwert der Note für die Modulendnote Gewichtung nach § 21 Abs. 2 MPO					
10	Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende Dr. Jan Kleinert, Modulbeauftragter: Prof. Dr. Gerd Steinebach					
11	Literatur Bremer, H.: Elastische Mehrkörpersysteme Rill, G.; Schaeffer, T.: Grundlagen und Methodik der Mehrkörpersimulation Shabana, Ahmed A.: Dynamics of Multibody Systems Woernle, C.: Mehrkörpersysteme					

Energie 4.0					
Kenn-Nr.	Workload	Credits	Semester	Häufigkeit	Dauer
	90 h	3 CP	2. Semester	jedes WS	1 Semester
1	Lehrveranstaltung: Seminaristischer Unterricht	Kontaktzeit 2 SWS / 30 h	Selbststudium 60 h	Gruppengröße	
2	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen Nach erfolgreichem Abschluss dieses Moduls haben die Studierenden einen vertieften Einblick in Energienetze, Sektorkopplung, Internet of Things und Big Data als fachübergreifende Themen des Maschinenbaus und der Elektrotechnik. Sie sind in der Lage ausgewählte technische Lösungen zu erläutern, zu simulieren und zu analysieren. Sie kennen den aktuellen Stand der technischen Entwicklung und Forschung. Sie sind in der Lage mit Apache Cassandra & Spark umzugehen. Die Studierenden können hierauf aufbauend Methoden und Verfahren auch auf verwandte Fragestellungen in den Bereichen Energie 4.0 bzw. Industrie 4.0. übertragen. <u>Schlüsselqualifikationen</u> Übertrag von bereits vorhandenem und über die LV erarbeitetem Wissen auf wissenschaftliche Fragestellungen der modernen Energie- und Datenwelt, Eigenständigkeit und analytisches Denken, Problemlösungskompetenz.				
3	Inhalte - Energie 4.0 im Überblick - Übersicht Energienetze: Strom, Gas, Fernwärme - Sektorkopplung: Erneuerbare Energien, Transport und Umwandlung, technische Entwicklungen - Daten und Modelle: Technische Anlagen und ihre virtuellen Zwillinge; Netze: Profile, Zustandsanalyse, Prognose, Auslegung; Virtuelle Kraftwerke - Industrie 4.0 bzw. IoT (Internet of Things): netzwerkfähige Sensorik, Smart Grids - Big Data Architektur & Analytics, v.a. Apache Cassandra und Spark				
4	Lehrformen Seminaristischer Unterricht. Vorlesungsanteile komprimiert zu Beginn. Lernende erarbeiten über wissenschaftliche Artikel und (Simulink-)Vorlagen Simulationsmodelle mit Datenmodellierung und Analyse, z.B. Windräder, Photovoltaikanlagen, Brennstoffzellen, Speicher, Blockheizkraftwerke, Netze.				
5	Teilnahmevoraussetzungen formal: keine inhaltlich: Technische Thermodynamik aus dem Modul Physik, Simulink-Kenntnisse hilfreich				
6	Prüfungsformen: Eine Modulprüfung in Form der mündlichen oder schriftlichen Prüfung (Klausur) oder Ausarbeitung oder Ausarbeitung & Erörterung				
7	Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Modulprüfung				
8	Verwendung des Moduls Wahlfachmodul im Master Maschinenbau und Elektrotechnik				
9	Stellenwert der Note für die Modulendnote Gewichtung nach § 21 Abs. 2 MPO				
10	Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende Prof. Dr. Tanja Clees (Modulbeauftragte)				
11	Literatur • Martin Kaltschmitt, Wolfgang Streicher, Andreas Wiese (Hrsg.), Erneuerbare Energien: Systemtechnik, Wirtschaftlichkeit, Umweltaspekte, Springer, 5. Aufl., 3., korr. Nachdruck 2014, ISBN 978-3-642-03248-6 • Oliver D. Doleski (Hrsg.), Herausforderung Utility 4.0: Wie sich die Energiewirtschaft im Zeitalter der Digitalisierung verändert. Springer Vieweg, 19. Januar 2017, ISBN 978-3-658-15736-4 • Richard Zahoransky (Hrsg.), Energietechnik, Systeme zur Energieumwandlung. Kompaktwissen für Studium und Beruf, 6. Auflage, 2013, Springer Vieweg, ISBN 978-3-8348-1869-0 • Karl Strauß, Kraftwerkstechnik zur Nutzung fossiler, nuklearer und regenerativer Energiequellen, 6. aktualisierte Auflage, 2009, Springer, ISBN 978-3-642-01430-7 • Martin Pehnt (Editor), Energieeffizienz, Ein Lehr- und Handbuch, 1. Nachdruck, 2010, Springer, ISBN 978-3-642-14250-5				

Masterprojekt 2						
Kenn-Nr.		Workload	Credits	Semester	Häufigkeit	Dauer
		210 h	7 CP	2. Fachsemester	jedes WS	1 Semester
1	Lehrveranstaltung:	Kontaktzeit	Selbststudium		Gruppengröße	
	Projekt I	2 SWS / 60 h	150 h		1 oder mehr	
2	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls haben die Studierenden das bisher im Studiengang erworbene Fachwissen exemplarisch angewandt und gelernt, sich zusätzliches Fachwissen selbst anzueignen. Sie können modulübergreifende Aufgabenstellungen eigenständig auf wissenschaftlicher Grundlage bearbeiten. <u>Schlüsselqualifikationen</u> Die Studierenden lernen ein Forschungs- und Entwicklungsprojekt selbständig zu bearbeiten. Sie sind in der Lage den Stand der Forschung zu ermitteln, auf die eigene Problemstellung zu beziehen und eigene Forschungs- und Entwicklungsarbeit zu planen und durchzuführen.					
3	Inhalte Durchführen eines wissenschaftlichen oder anwendungsorientierten Projektes mit den Schwerpunkten: • Erfassen und Detaillieren einer vorgegebenen Aufgabenstellung • Ziel- und ergebnisorientierte Planung des Projektes • Recherche von benötigtem Hintergrund- und Fachwissen aus geeigneten Publikationen • Bearbeitung der Teilaufgaben mit wissenschaftlicher Sorgfalt und Abschluss des Gesamtprojektes • Wissenschaftliche Dokumentation des Projektes. Art und Umfang der Dokumentation ist mit dem jeweiligen Dozent abzustimmen. Als Richtgröße dienen 25-30 DIN-A4 Seiten. Alternativ zur Projektdokumentation kann auch eine Veröffentlichung vorbereitet werden. Das Projektthema wird aktuell festgelegt.					
4	Lehrformen Projektarbeit (Definition, Planung, Durchführung und Abschluss eines Projektes)					
5	Teilnahmevoraussetzungen Bestandenes Masterprojekt 1.					
6	Prüfungsformen Modulprüfung in Form einer Ausarbeitung und Erörterung (Projektbericht und mündliche Erörterung oder Seminarvortrag). Das Masterprojekt wird möglichst zu Beginn des Semesters verbindlich angemeldet und das Anmeldeformular in Abstimmung mit dem jeweiligen Dozenten im Prüfungssekretariat eingereicht. Mit der Anmeldung beginnt die Bearbeitungszeit.					
7	Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Modulprüfung					
8	Verwendung des Moduls Pflichtmodul in den Masterstudiengängen Elektrotechnik und Maschinenbau					
9	Stellenwert der Note für die Modulendnote Gewichtung nach § 21 Abs. 2 MPO					
10	Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende Modulbeauftragter: Prof. Dr. Gerd Steinebach, Lehrende: Professoren/innen des Fachbereiches					
11	Literatur Wird durch die jeweiligen Dozenten bekanntgegeben und durch die Studierenden im Projekt recherchiert.					
12	Sonstige Informationen Das Masterprojekt 2 soll nach Möglichkeit auf dem Masterprojekt 1 aufbauen. Das Projekt dient der eigenständigen Bearbeitung eines aktuellen ingenieurwissenschaftlichen, Forschungs- oder Entwicklungsthemas und bereitet die Master-Thesis vor. Die Projektthemen kommen vorzugsweise aus Forschungs- und Entwicklungsprojekten und -tätigkeiten der Dozenten des Fachbereiches.					

Master-Thesis, Master-Kolloquium					
Kenn-Nr.	Workload	Credits	Semester	Häufigkeit	Dauer
	900 h	30 CP	3. Fachsemester	jedes Semester	1 Semester
1	Lehrveranstaltung: Betreute Arbeit	Kontaktzeit 2 SWS / 30 h	Selbststudium 870 h	Gruppengröße 1 oder mehr	
2	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen Die Studierenden können selbstständig und wissenschaftlich eine komplexe Aufgabenstellung bearbeiten. Innerhalb eines vorgegebenen Zeitrahmens können Sie die Aufgabenstellung detailliert und mit wissenschaftlicher Sorgfalt lösen. Sie können die Aufgabenstellung in den Stand der Technik einordnen, sich Konzepte zur Lösung erarbeiten und diese umsetzen. Sie können Versuchsaufbauten, Berechnungen, erstellte Software u. a. in einer wissenschaftlichen Ausarbeitung beschreiben und dokumentieren (Master-Thesis). Die Studierenden können komplexe Sachverhalte mit wissenschaftlichem Hintergrund strukturiert in einem vorgegebenen Zeitrahmen präsentieren und gestellte Fragen und Anmerkungen fachlich korrekt mit Bezug auf den wissenschaftlichen Hintergrund beantworten. Die erfolgreich abgeschlossene Master-Thesis umfasst die Befähigung zum eigenständigen wissenschaftlichen Arbeiten und zeigt, dass der Studierende für die Bearbeitung einer Dissertation geeignet ist. <u>Schlüsselqualifikationen</u> Die Studierenden lernen Aufgabenstellungen mit offenem Ergebnis zu bearbeiten, kreative Wege zur Lösung aufzustellen und selbstständig zu gestalten und insgesamt die gestellte Aufgabe in einem vorgegebenen Rahmen eigenständig abzuschließen (instrumentelle und systemische Kompetenzen, wissenschaftliches Arbeiten, Analytik und Abstraktionsvermögen, Methodik und Wissenstransfer, Selbständigkeit und Neugier).				
3	Inhalte • Detaillieren einer vorgegebenen Aufgabenstellung, Einordnen in einen Gesamtzusammenhang • Zielgerichtete, eigenständige Planung von Teilaufgaben zur Lösung der Gesamtaufgabe • Recherche von benötigtem Hintergrund- und Fachwissen aus geeigneten Publikationen • Bearbeitung der Teilaufgaben auf wissenschaftlicher Basis und Abschluss der Gesamtaufgabe • Wissenschaftliche Dokumentation der durchgeführten Aufgaben und erarbeiteten Ergebnisse. • Einordnung der Ergebnisse in einen Gesamtzusammenhang und Ausblick auf mögliche weitere, folgende Aufgabenstellungen. • Vorbereiten und möglicherweise Einreichen einer Publikation zusammen mit dem Betreuer.				
4	Lehrformen Selbstständiges Arbeiten, ergänzt durch begleitende Betreuung.				
5	Teilnahmevoraussetzungen Siehe Prüfungsordnung				
	Prüfungsformen Schriftliche Ausarbeitung (Master-Thesis) und Präsentation der Ergebnisse im Rahmen des Kolloquiums.				
7	Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten - Bestandene Master-Thesis - Bestandenes Master-Kolloquium				
8	Verwendung des Moduls Pflichtmodul in den Master Elektrotechnik und Maschinenbau				
9	Stellenwert der Note für die Modulendnote Gewichtung gemäß § 21 Abs. 2 MPO				
10	Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende Professorinnen und Professoren des Fachbereiches				
11	Literatur Fachbücher und aktuelle wissenschaftliche Publikationen werden durch die jeweiligen Dozenten bekanntgegeben und müssen zusätzlich selbst recherchiert werden.				