

---

Modulhandbuch

Masterstudiengang

Master of Science Mechatronik

04. Mai 2016

## Inhaltsangabe

1	Studiengangsziele	1
2	Studienverlauf	2
3	Taxonomie	6
4	Modulbeschreibungen	8

---

## **1 Studiengangsziele**

Das zur Masterprüfung führende Studium soll unter Beachtung der allgemeinen Studienziele besonders begabten und interessierten Studierenden auf der Grundlage wissenschaftlicher Erkenntnisse erweiterte ingenieurwissenschaftliche Grundlagen und weiterführendes Spezialwissen in ausgewählten Anwendungsgebieten vermitteln. Die Studierenden erwerben erweiterte Kenntnisse, Kompetenzen und Fertigkeiten in den Fachgebieten Maschinenbau, Elektrotechnik und Informatik, wobei die Modellbildung, Regelungstechnik und Simulationstechnik für mechatronische Systeme als schnittstellenbildende, integrierende Disziplinen besonders hervorgehoben werden (Interdisziplinarität). Die Studierenden schulen ihr funktions- und systemorientiertes, fachübergreifendes Denken (Funktions- und systemorientiertes Denken) und erwerben Kenntnisse und Fertigkeiten, mit denen komplexe mechatronische Aufgabenstellungen erkannt und durchdrungen, ingenieurwissenschaftliche Lösungsansätze entwickelt und ganzheitliche Lösungen realisiert werden (Lösung komplexer Probleme). Sie lernen, wissenschaftliche Methoden zur Lösung mechatronischer Aufgabenstellungen zu beurteilen, anzuwenden und weiterzuentwickeln, um so in der Forschung und Entwicklung den technischen und wissenschaftlichen Fortschritt zu betreiben (Anwendung und Weiterentwicklung wissenschaftlicher Methoden, Forschungsorientierung). In interdisziplinären Teams werden die Studierenden kompetent und zielorientiert mitarbeiten, sie kompetent und zielgerichtet leiten und die Ergebnisse angemessen präsentieren können (Interdisziplinäre Zusammenarbeit). Die Studierenden des Masterstudiengangs werden in die Lage versetzt, anspruchsvolle mechatronische Aufgabenstellungen in der Forschung und bei der Entwicklung neuer Produkte und Prozesse selbständig zu bearbeiten, und sie werden zur kritischen Einordnung der wissenschaftlichen Erkenntnisse und zu verantwortlichem Handeln befähigt. Der interdisziplinäre Charakter der vermittelten Kenntnisse, Kompetenzen und Fertigkeiten eröffnet den Absolventen nach dem Studium eine Tätigkeit in den unterschiedlichsten Anwendungsbereichen der Mechatronik und bietet ihnen damit vielfältige Entwicklungsmöglichkeiten im Bereich der Forschung und der industriellen Entwicklung.

Insbesondere durch seine Theorie- und Forschungsorientierung legt der Studiengang die Basis für eine wissenschaftliche Weiterqualifikation im Rahmen eines Promotionsverfahrens. Ebenso befähigt er für eine Tätigkeit im Höheren Dienst bei öffentlichen Arbeitgebern.

## 2 Studienverlauf

Der Masterstudiengang Mechatronik ist ein Präsenzstudium, geprägt durch regelmäßige Vorlesungen, Übungen und Praktika. Zusätzlich wird viel Wert auf Projektarbeit und eigenständiges Lernen gelegt.

Das Studium beginnt zum jeweiligen Sommersemester und ist mit einer Studiendauer von drei Semestern konsekutiv verknüpft mit den Bachelorstudiengängen Bachelor of Science Elektrotechnik, Bachelor of Engineering Fahrzeugtechnik und Bachelor of Engineering Maschinenbau in den Fakultäten 07, 08 und 09 der Technischen Hochschule Köln.

Der Studienbeginn ist auch zum Wintersemester möglich. Dann ist der idealtypische Studienverlauf jedoch nicht gewährleistet.

Das Curriculum des Masterstudiengangs Mechatronik gliedert sich in die Lehrbereiche

- mathematische und ingenieurwissenschaftliche Methoden,
- Methoden der Mechatronik,
- individuelle Erweiterung und Vertiefung sowie
- die Masterarbeit mit dem Kolloquium.

Dabei enthalten die ersten beiden Gruppen die Pflichtmodule und die dritte Gruppe drei Wahlmodule aus einer Liste von möglichen Lehrmodulen, sowie ein mechatronisches Forschungsprojekt, dessen Thema von den Studierenden in Abstimmung mit den betreuenden Lehrenden gewählt werden kann.

Den ersten drei Lehrbereichen sind, wie im Folgenden dargestellt, die Lehrmodule des Studiengangs zugeordnet.

Mathematische und ingenieurwissenschaftliche Methoden:

- Höhere Mathematik,
- Numerische Mathematik,
- Modellbildung mechatronischer Systeme.

Methoden der Mechatronik:

- Entwurf von Regelungssystemen,
- Realisierung mechatronischer Systeme,
- Digitale Regelung oder Computational Intelligence (je nach Vorkenntnissen),
- Optimale Regelung,
- Elektrische Fahrzeugantriebe oder Servohydraulik (je nach Vorkenntnissen),
- Eingebettete Systeme oder Einführung in die Konstruktionslehre (je nach Vorkenntnissen).

Individuelle Erweiterung und Vertiefung:

- Mechatronisches Forschungsprojekt,

sowie drei Module aus einem Wahlkatalog, zu denen z.B. gehören

- Advanced Control,
- Ausgewählte Anwendungen der Automatisierungstechnik,
- Computational Intelligence,

- Digitale Regelung
- Elektrische Fahrzeugantriebe,
- Entwurf eingebetteter System,
- Feldbus-Grundlagen,
- Motion Control,
- Robotik,
- Servohydraulik,
- Software Engineering,
- Spezielle Aspekte Mobiler Autonomer Systeme.

In vielen Lehrmodulen werden neben den fachlichen Inhalten auch fachübergreifende Inhalte vermittelt und geschult. Dies geschieht z.B. in modulbegleitenden Projekten, durch Teamarbeit, Präsentation und Diskussion von Ergebnissen. Das gilt in besonderem Maße für das mechatronische Forschungsprojekt und die Masterarbeit mit dem Kolloquium. Näheres dazu ist den Modulbeschreibungen zu entnehmen.

Das Curriculum für die Studierenden ergibt sich abhängig von ihren Kenntnissen zu Beginn des Studiums. Der Studienverlauf wird in einer individuellen Beratung besprochen und schriftlich vereinbart.

Die Tabellen 2-1 und 2-2 geben einen Überblick über den Studienverlauf, die verschiedenen Lehrbereiche und die Verteilung der Kreditpunkte. Die erste Tabelle stellt beispielhaft den Verlauf für einen Studierenden mit vorwiegend maschinenbautechnischen Vorkenntnissen als Zugangsvoraussetzung dar, die zweite Tabelle für einen Studierenden mit vorwiegend elektrotechnischer Qualifikation.

	1. Semester Sommersemester	Credits	2. Semester Wintersemester	Credits	3. Semester Sommersemester	Credits	Summe
Mathematische und ingenieurwissenschaftliche Methoden	Höhere Mathematik	4	Modellbildung mechatronischer Systeme	6			16
	Numerische Mathematik	6					
Methoden der Mechatronik	Entwurf von Regelungssystemen	4	Realisierung mechatronischer Systeme	4			26
	Digitale Regelung	4	Optimale Regelung	4			
	Elektrische Fahrzeugantriebe	5	Eingebettete Systeme	5			
Individuelle Erweiterung und Vertiefung	Wahlmodul 1	4	Wahlmodul 3	4			18
	Wahlmodul 2	4	Mechatronisches Forschungsprojekt	6			
Masterarbeit mit Kolloquium					Masterarbeit	28	28
					Kolloquium	2	2
Summe		31		29		30	90

**Tab. 2-1:** Studienverlauf des Masterstudiengangs Mechatronik und die Verteilung der Kreditpunkte auf die Semester und Lehrbereiche bei vorwiegend maschinenbautechnischer Qualifikation.

	1. Semester Sommersemester	Credits	2. Semester Wintersemester	Credits	3. Semester Sommersemester	Credits	Summe
Mathematische und ingenieurwissenschaftliche Methoden	Höhere Mathematik	4	Modellbildung mechatronischer Systeme	6			16
	Numerische Mathematik	6					
Methoden der Mechatronik	Entwurf von Regelungssystemen	4	Realisierung mechatronischer Systeme	4			25
	Computational Intelligence	5					
	Servohydraulik	4					
Individuelle Erweiterung und Vertiefung	Wahlmodul 1	4	Wahlmodul 3	5			19
	Wahlmodul 2	4	Mechatronisches Forschungsprojekt	6			
Masterarbeit mit Kolloquium					Masterarbeit	28	28
					Kolloquium	2	2
Summe		31		29		30	90

**Tab. 2-2:** Studienverlauf des Masterstudiengangs Mechatronik und die Verteilung der Kreditpunkte auf die Semester und Lehrbereiche bei vorwiegend elektrotechnischer Qualifikation.

Im ersten Fall belegt der Studierende aus dem Bereich „Methoden der Mechatronik“ im ersten Fachsemester das Modul „Elektrische Fahrzeugantriebe“, da aufgrund der maschinenbautechnischen Qualifikation detaillierte Kenntnisse von elektrischen Antrieben nicht in ausreichendem Maße vorliegen. Im zweiten Fall wird stattdessen das Modul „Servohydraulik“ belegt, damit die fehlenden fluidtechnischen Kenntnisse kompensiert werden. Ebenso bringen Studierende mit vorwiegend elektrotechnischer Qualifikation bereits Kompetenzen in der Digitalen Regelungstechnik mit, sodass sie das Modul „Computational Intelligence“ belegen. Das jeweils nicht belegte Modul steht den Studierenden als Wahlmodul zur Verfügung.

Die Studienverläufe unterscheiden sich auch im zweiten Semester. Die maschinenbautechnisch vorgebildeten Studierenden belegen das Modul „Eingebettete Systeme“ aus dem Bachelorstudiengang Elektrotechnik, während diejenigen mit elektrotechnischem Vorwissen am Modul „Einführung in die Konstruktionslehre“ aus dem Bachelorstudiengang Produktion und Logistik teilnehmen. Die Module erweitern jeweils die Kompetenzen im Bereich der anderen Qualifikation und fördern die Interdisziplinarität der Studierenden.

Der Masterstudiengang Mechatronik folgt dem European Credit Transfer System (ECTS). Damit werden für jede erbrachte Studienleistung Kreditpunkte relativ zum Arbeitsaufwand der Studierenden vergeben. Der Umfang des Masterstudiengangs Mechatronik beträgt insgesamt 90 Kreditpunkte gemäß ECTS. Jedes der drei Semester des Studiengangs hat einen Umfang von  $30 \pm 1$  Punkten.

Die einzelnen Modulbeschreibungen enthalten Angaben sowohl über den erwarteten durchschnittlichen Arbeitsaufwand in Stunden, als auch über die anrechenbaren Kreditpunkte. Dabei entsprechen 30 Arbeitsstunden einem Kreditpunkt. Kreditpunkte werden nur vergeben, wenn die

erforderliche Prüfung bestanden wurde. Für weitere Details sei auf die Prüfungsordnung zum Studiengang verwiesen.

Aufgrund der unterschiedlichen ECTS-Punkte der alternativen Module, können die Studierenden bei den Wahlmodulen ebenfalls aus einem Katalog mit unterschiedlichen Kreditpunkten auswählen. Die Wahlmodule „Feldbus-Grundlagen“ und „Software-Engineering“ stammen dabei aus dem Bachelorstudiengang Elektrotechnik. Sie können nur von Studierenden mit maschinenbautechnischer Qualifikation gewählt werden, da die Lehrinhalte nur für sie eine Erweiterung der Kompetenzen darstellen. Über ihre Wahlmöglichkeiten werden die Studierenden während des individuellen Gesprächs zum Studienbeginn aufgeklärt.

Pro Lehrbereich sind die in der Tabelle angegebenen Kreditpunkte zu erreichen. Die zeitliche Verteilung orientiert sich an dem dargestellten Schema, kann aber davon abweichen, sofern pro Jahr maximal 60 Kreditpunkte nicht überschritten werden. Die Auswahl der zugehörigen Module kann individuell gestaltet sein und sollte sich an den jeweiligen Modulvoraussetzungen ausrichten.

Die Art der Prüfungen für die einzelnen Module sind in den jeweiligen Modulbeschreibungen angegeben. In der Regel werden mündliche Prüfungen oder Klausuren zum Abschluss der Module durchgeführt. In einigen Modulen sind zusätzlich studienbegleitende Prüfungsleistungen in Form von Projektarbeiten, Praktikumsberichten und Referaten vorgesehen.

Den Abschluss des Moduls „Mechatronisches Forschungsprojekt“ bildet die Präsentation der erarbeiteten Ergebnisse und den Abschluss der Masterarbeit die Verteidigung im Rahmen eines Kolloquiums. Die Regelungen zu den Prüfungen sind in der Prüfungsordnung zum Studiengang festgelegt.

### 3 Taxonomie

Den Lernergebnissen sowie Lernzielen der Module ist in den Modulbeschreibungen des Studiengangs ein Klassifikationsschema zugeordnet. Dieses orientiert sich im Kern an der Taxonomie von Lernzielen im kognitiven Bereich nach BLOOM<sup>1</sup>. Es stehen Lernziele wie Denken, Wissen und Problemlösen im Vordergrund.

Die Lernziele werden nach BLOOM<sup>1</sup> in sechs Kompetenzstufen (K<sub>1</sub> bis K<sub>6</sub>) hierarchisch kategorisiert, wobei nach SITTE<sup>2</sup> jede niedrigere Kategorie jeweils ein Element der höheren ist. Die Kompetenzstufen können, wie in folgender Auflistung gezeigt, durch gezielte Verwendung von Verben, wie z.B. nach MEYER<sup>3</sup> in den Modulbeschreibungen formuliert und damit manifestiert werden.

K <sub>1</sub>	Wissen	Wiedergabe von Wissen, Begriffen, Definitionen, Verfahren, Zusammenhängen, etc. Typische Verben: <i>kennen, beschreiben, darstellen, berichten, benennen</i>
K <sub>2</sub>	Verstehen	Wissen mit eigenen Worten sinnerhaltend umformen und in eigenen Worten wiedergeben können. Typische Verben: <i>interpretieren, definieren, formulieren, ableiten</i>
K <sub>3</sub>	Anwendung	In konkreten Situationen Regeln, Methoden oder Berechnungsverfahren anwenden können. Typische Verben: <i>durchführen, berechnen, planen, gestalten, erarbeiten</i>
K <sub>4</sub>	Analyse	Problemstellungen in Elemente zerlegen können, um dann anhand eines Vergleiches, Prinzipien, Strukturen sowie Gemeinsamkeiten oder Widersprüche herausarbeiten zu können. Typische Verben: <i>auswählen, einteilen, untersuchen, vergleichen, analysieren</i>
K <sub>5</sub>	Synthese	Einzelne Elemente zu einem Ganzen, Neuen zusammenfügen. Typische Verben: <i>entwerfen, zuordnen, konzipieren, konstruieren, entwickeln</i>
K <sub>6</sub>	Beurteilen	Abgabe eines bewertenden Urteils. Typische Verben: <i>beurteilen, entscheiden, begründen, bewerten, klassifizieren</i>

---

<sup>1</sup>BLOOM, B. S.

Taxonomie von Lernzielen im kognitiven Bereich, Beltz Verlag, Weinheim, 1976<sup>1</sup>

<sup>2</sup>SITTE, W. & WOHLSCHLÄGL, H.

Beiträge zur Didaktik des „Geographie und Wirtschaftskunde“-Unterrichts.  
(=Materialien zur Didaktik der Geographie und Wirtschaftskunde, Bd. 16), Wien, 2004

<sup>3</sup>MEYER, R.

[http://www.arbowis.ch/material/lp/Lehren/Zielformulierung\\_Verben.pdf](http://www.arbowis.ch/material/lp/Lehren/Zielformulierung_Verben.pdf), Stand Juli 2012



Die folgende Tabelle zeigt die Kompetenzstufen der Lehrmodule in der Reihenfolge der Lehrbereiche

mathematische und ingenieurwissenschaftliche Methoden,  
Methoden der Mechatronik,  
individuelle Erweiterung und Vertiefung sowie  
der Masterarbeit mit dem Kolloquium.

Modulname	Kompetenzstufen					
	K1	K2	K3	K4	K5	K6
Mathematische und ingenieurwissenschaftliche Methoden						
Höhere Mathematik						
Numerische Mathematik						
Modellbildung mechatronischer Systeme						
Methoden der Mechatronik						
Entwurf von Regelungssystemen						
Realisierung mechatronischer Systeme						
Optimale Regelung						
Eingebettete Systeme						
Einführung in die Konstruktionslehre						
Methoden der Mechatronik / Individuelle Erweiterung und Vertiefung						
Digitale Regelung						
Computational Intelligence						
Elektrische Fahrzeugantriebe						
Servohydraulik						
Individuelle Erweiterung und Vertiefung						
Advanced Control						
Ausgewählte Anwendungen d. Automatisierungstechnik						
Entwurf eingebetteter Systeme						
Feldbus-Grundlagen						
Motion Control						
Robotik						
Software Engineering						
Spezielle Aspekte Mobiler Autonomer Systeme						
Mechatronisches Forschungsprojekt						
Masterarbeit mit dem Kolloquium						
Masterarbeit mit dem Kolloquium						

Tab. 3-1: Kompetenzstufen der Lehrmodule

## **4 Modulbeschreibungen**

Modulbögen in der Reihenfolge der Lehrbereiche

Mathematische und ingenieurwissenschaftliche Methoden

Methoden der Mechatronik

Individuelle Erweiterung und Vertiefung

Masterarbeit mit dem Kolloquium

## Mathematische und ingenieurwissenschaftliche Methoden

Modulbezeichnung:	<b>Höhere Mathematik</b>
ggf. Kürzel:	HMa
Studiensemester:	1 (SS)
Modulverantwortlich:	Prof. Dr. rer. nat. M. Ruschitzka
Sprache:	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum:	MSc Mechatronik
Lehrformen / SWS:	Vorlesung 2 SWS, Übung 2 SWS
Arbeitsaufwand:	60 h Präsenz 60 h Selbststudium inklusive Prüfungsvorbereitung
Kreditpunkte:	4
Empfohlene Voraussetzungen:	
Angestrebte Lernergebnisse:	Die Studierenden kennen die theoretischen Grundlagen zur mathematischen Modellbildung und Optimierung von technischen Systemen, können anspruchsvollere mathematische Zusammenhänge nachvollziehen und formulieren, können statistische Tests planen und durchführen, können statistische Versuchspläne analysieren und vergleichen, können Optimierungsstrategien für Mehrkörpersysteme entwickeln.
Inhalt:	Vektoranalysis, Wahrscheinlichkeitsrechnung, mathematische Statistik, Fehler- und Ausgleichsrechnung, statistische Versuchsplanung, Optimierungsverfahren.
Studien-/Prüfungsleistungen:	Mündliche Prüfung oder Klausur
Medienformen:	Vorlesung mit Powerpoint, Nachvollziehen von Anwendungsbeispielen mit Rechner und Videoprojektor.
Literatur:	Günter Bärwolff: Höhere Mathematik für Naturwissenschaftler und Ingenieure, Spektrum Akademischer Verlag, München 2005. Lothar Harzheim: Strukturoptimierung, Verlag Harry Deutsch, Frankfurt am Main 2008. Larson, Hostetler, Edwards: CALCULUS Early

	<p>Transcendental Functions, Houghton Mifflin, Boston 2003.</p> <p>Lothar Papular: Mathematik für Ingenieure und Naturwissenschaftler, Band 3, Vieweg Wiesbaden 1999.</p> <p>R. Reinhardt, A. Hoffmann, T. Gerlach: Nichtlineare Optimierung, Springer Spektrum, Berlin 2013.</p> <p>Karl Siebertz, David van Bebber, Thomas Hochkirchen: Statistische Versuchsplanung, Springer Verlag, Berlin 2010.</p> <p>Michael Ulbrich, Stefan Ulbrich: Nichtlineare Optimierung, Birkhäuser/Springer, Basel 2012.</p> <p>Westermann: Mathematik für Ingenieure mit Maple, Band 2, Springer Verlag, Berlin 2001.</p>
--	--

Modulbezeichnung:	<b>Numerische Mathematik</b>
ggf. Kürzel:	NMa
Studiensemester:	1 (SS)
Modulverantwortlich:	Prof. Dr. G. Engelmann
Sprache:	Vortrag: Deutsch Lehrmaterial: Englisch
Zuordnung zum Curriculum:	MSc Mechatronik, MSc Automotive Engineering
Lehrformen / SWS:	Seminaristische Vorlesung mit Selbststudien, Übungen und Programmieraufgaben: 5 SWS
Arbeitsaufwand:	70 h Präsenz 110 h Selbststudium inklusive Prüfungsvorbereitung
Kreditpunkte:	6
Empfohlene Voraussetzungen:	Gute Kenntnisse in Linearer Algebra und Analysis sowie gute Programmierfähigkeiten in Matlab®
Angestrebte Lernergebnisse:	Die Studierenden können die wichtigsten numerischen Verfahren, die in den Ingenieurwissenschaften verwendet werden, beschreiben und erklären, können die Leistungsfähigkeit und Grenzen der Verfahren beurteilen, können numerische Verfahren korrekt auswählen und anwenden sind in der Lage, numerische Verfahren in Matlab® algorithmisch umzusetzen, kennen die Prinzipien der Algorithmen der wichtigsten in Matlab® implementierten numerischen Verfahren und können diese zielgerichtet einsetzen.
Inhalt:	Die wichtigsten Prinzipien und Verfahren des wissenschaftlichen Rechnens, wie z.B. Lösung linearer Gleichungssysteme, Eigenwertaufgaben, Singulärwertzerlegung, Interpolationen, Quadraturen oder Anfangswertaufgaben
Studien-/Prüfungsleistungen:	Klausur
Medienformen:	Videoprojektor mit Tablett, Unterlagen in ILIAS
Literatur:	Moler, C.: Numerical Computation with Matlab. SIAM Philadelphia 2004, (Download 2016: <a href="http://de.mathworks.com/moler/">http://de.mathworks.com/moler/</a> ). Quarteroni, A., Salieri, F.: Wissenschaftliches Rechnen mit Matlab. Springer 2006. Heath, M. T.: Scientific Computing – An Introductory Survey. McGraw Hill 2005.

	Trefethen, L. N., Bau III, D.: Numerical Linear Algebra. SIAM 1997.
--	---

	Strang, G.: Introduction to Linear Algebra. Wellesley-Cambridge Press 2005.
--	---

	Quarteroni, A., Sacco, R., Salieri, F.: Numerical Mathematics. Springer 2007.
--	---

Modulbezeichnung:	<b>Modellbildung mechatronischer Systeme</b>
ggf. Kürzel:	MMS
Studiensemester:	2 (WS)
Modulverantwortlich:	Prof. Dr. H. Henrichfreise
Sprache:	Skript und Vortrag: Deutsch Programmierbeispiele: Englisch
Zuordnung zum Curriculum:	MSc Mechatronik, MSc Automotive Engineering
Lehrformen / SWS:	Vorlesung 3 SWS, Übung 1 SWS, Seminar Modellbildungsprojekt 2 SWS
Arbeitsaufwand:	60 h Präsenz 60 h semesterbegleitendes Modellbildungsprojekt 60 h Selbststudium inklusive Prüfungsvorbereitung
Kreditpunkte:	6
Empfohlene Voraussetzungen:	Grundlagenkenntnisse Kinematik und Kinetik und MATLAB/Simulink
Angestrebte Lernergebnisse:	Die Studierenden kennen und verstehen die Formalismen zur mathematischen Beschreibung von Mehrkörpersystemen (MKS) und deren programmtechnische Umsetzung und können die Beschreibung und Umsetzung durchführen, können die Erweiterung von MKS-Modelle um Modelle für elektrische und hydraulische Aktorik erarbeiten, können lineare zeitinvariante mechanische Systeme transformieren und analysieren, können die Bewegungsgleichungen unterschiedlichster MKS entwickeln, die Ergebnisse numerisch und in der Simulation analysieren und im Rahmen von Plausibilitätsuntersuchungen bewerten, können anspruchsvolle Fachliteratur beurteilen und besitzen die Fähigkeit zur eigenständigen Weiterbildung anhand dessen.
Inhalt:	Mehrkörpersysteme (Eigenschaften, Freiheitsgrade und Bindungen). Kinematik von Mehrkörpersystemen (Kinematik der Lage, Geschwindigkeit und Beschleunigung). Kinetik von Mehrkörpersystemen (Newton-Euler-Verfahren, Ermittlung von Zwangskräften, Lagrange-Formalismus, Linearisierung, nichtlineare und lineare Zustandsgleichungen). Anbindung von Aktorik (Elektrische und hydraulische Aktoren). Analyse linearer, zeitinvarianter mechanischer Systeme (Eigenfrequenzen, Eigenschwingungsformen, Kongruenz-

	<p>transformation, Hauptkoordinaten, Lösung der homogenen und inhomogenen Bewegungsgleichungen, ungedämpfte und gedämpfte mechanische Systeme).</p> <p>Anwendungsbeispiele: Kurbeltrieb, Verladebrücke, Roboter, Flugzeug, Fahrzeug.</p> <p>Studierende bearbeiten ein vollständiges Modellbildungsprojekt eines ausgewählten MKS</p>
Studien-/Prüfungsleistungen:	<p>Mündliche Prüfung oder Klausur, Zulassungsvoraussetzung zur Prüfung: Erfolgreich abgeschlossenes präsenzpflichtiges vorlesungsbegleitendes Modellbildungsprojekt mit Programmierung und Dokumentation.</p>
Medienformen:	<p>Vorlesung mit Overheadfolien</p> <p>Arbeiten mit den Programmquellen der Anwendungsbeispiele mit Rechner und Videoprojektor</p> <p>Angeleitete Bearbeitung des Modellbildungsprojektes (Programmierung in MATLAB/Simulink)</p>
Literatur:	<p>Schiehlen, W., Eberhard, F.: Einführung in die Dynamik. Teubner-Verlag Stuttgart 2004.</p> <p>Parkus, H.: Mechanik der festen Körper. Springer-Verlag, Wien New York 1981.</p> <p>Pfeiffer, F.: Einführung in die Dynamik. B.G. Teubner-Verlag, München 1992.</p> <p>Müller, P. C., Schiehlen, W.: Lineare Schwingungen. Akademische Verlagsgesellschaft, München 1976.</p> <p>Weitere Literatur siehe Literaturliste zum Vorlesungsskript.</p>



## Methoden der Mechatronik

Modulbezeichnung:	<b>Entwurf von Regelungssystemen</b>
ggf. Kürzel:	ERS
Studiensemester:	1 (SS)
Modulverantwortlich:	Prof. Dr. H. Henrichfreise
Sprache:	Skript und Vortrag: Deutsch Programmierbeispiele: Englisch
Zuordnung zum Curriculum:	MSc Mechatronik MSc Automotive Engineering
Lehrformen / SWS:	4 SWS Vorlesung, Übung, vorgeführte begleitende Projekte, starke Vermischung dieser 3 Elemente („integrierte Lehrveranstaltung“, Theorie, programmtechnische Umsetzung)
Arbeitsaufwand:	60 h Präsenz 60 h Selbststudium inklusive Prüfungsvorbereitung
Kreditpunkte:	4
Empfohlene Voraussetzungen:	
Angestrebte Lernergebnisse:	<p>Die Studierenden</p> <p>kennen die vertieften fachlichen Grundlagen, Methoden und Konzepte der Regelungstechnik und können Regelungskonzepte erarbeiten,</p> <p>können die wesentlichen Methoden zur Beschreibung des dynamischen Verhaltens von Regelungssystemen im Zeit- und Bildbereich formulieren und können dieses Verhalten analysieren und beurteilen,</p> <p>können klassische Regelungen und Zustandsregelungen entwerfen, können die Vorteile der unterschiedlichen Regelungsstrukturen formulieren und entscheiden, wie die Vorteile beim Entwurf genutzt werden können,</p> <p>können anspruchsvolle Veröffentlichungen in der Regelungstechnik bewerten und haben die Fähigkeit zur Erschließung neuer Erkenntnisse.</p>
Inhalt:	<p>Klassische Regelung: Beurteilung der Stabilität mit Frequenzkennlinien des offenen Regelkreises, Stabilitätsreserven, Pol- und Nullstellen im geschlossenen Regelkreis, Frequenzkennlinien des offenen und des geschlossenen Regelkreises, Anforderungen an Regelungssysteme, Wahl der Reglerstruktur, Ermittlung der Reglerparameter (Vorgabe der Phasenreserve, Vorgabe der Dämpfung, Betragsoptimum, symmetrisches Optimum), Führungs- und Störgrößenaufschaltung, Kaskadenregelung.</p> <p>Einführung in die Zustandsregelung für Eingrößensysteme: Zustandsvektorrückführung, Reglerentwurf durch</p>

	<p>Polvorgabe, Steuerbarkeit, Führungs- und Störgrößenaufschaltung, Zustandsbeobachtung, Dualität von Regler- und Beobachterentwurf, Beobachtbarkeit, Störgrößenbeobachtung, Separationsprinzip.</p> <p>Gleichstrommotor und elektromechanisches Positioniersystem als vorgeführte begleitende Projekte.</p>
Studien-/Prüfungsleistungen:	Mündliche Prüfung oder Klausur
Medienformen:	<p>Vorlesung mit Overheadfolien,</p> <p>Arbeiten mit den Programmquellen mit Rechner und Videoprojektor.</p>
Literatur:	<p>Föllinger, O., et. al.: Regelungstechnik – Einführung in die Methoden und ihre Anwendung. 10. Auflage, Hüthig Buch Verlag 2008.</p> <p>Friedland, B.: Control System Design – An Introduction to State-space methods. Dover Publ Inc 2005.</p> <p>Unbehauen, H.: Regelungstechnik I – Klassische Verfahren zur Analyse und Synthese linearer kontinuierlicher Regelsysteme. 15. Auflage, Vieweg-Teubner Verlag 2008</p> <p>Unbehauen, H.: Regelungstechnik II – Zustandsregelungen, digitale und nichtlineare Regelsysteme. 9. Auflage, Vieweg-Teubner Verlag 2007</p> <p>Weitere Literatur siehe Literaturliste zum Vorlesungsskript.</p>

Modulbezeichnung:	<b>Realisierung mechatronischer Systeme</b>
ggf. Kürzel:	RMS
Studiensemester:	2 (WS)
Modulverantwortlich:	Prof. Dr. H. Henrichfreise
Sprache:	Skript und Vortrag: Deutsch Programmierbeispiele: Englisch
Zuordnung zum Curriculum:	MSc Mechatronik
Lehrformen / SWS:	4 SWS Vorlesung, Übung, vorgeführtes begleitendes Projekt, starke Vermischung dieser 3 Elemente („integrierte Lehrveranstaltung“, Theorie, programmtechnische Umsetzung bis hin zur konkreten Realisierung)
Arbeitsaufwand:	60 h Präsenz 60 h Selbststudium inklusive Prüfungsvorbereitung
Kreditpunkte:	4
Empfohlene Voraussetzungen:	Kenntnisse der Inhalte des Moduls „Entwurf von Regelungssystemen“
Angestrebte Lernergebnisse:	Die Studierenden kennen die theoretischen Grundlagen zur Realisierung digitaler Steuerungen und Regelungen und können die Realisierung erarbeiten, kennen Realisierungseffekte, können diese untersuchen und Maßnahmen zur Beeinflussung entwickeln, kennen die Softwarewerkzeuge und können unter deren Verwendung digitale Steuerungen und Regelungen entwerfen und analysieren und die Realisierung beurteilen, haben ihre ganzheitliche Betrachtungsweise bei der Entwicklung mechatronischer Systeme geschult und können die Entwicklungsergebnisse bewerten
Inhalt:	Grundlagen der Analyse und Synthese: Lösung der Zustandsgleichungen im Zeit- und Bildbereich (Transitionsmatrix, Übertragungsmatrix), Transformation der Zustandsgleichungen, Realisierungsstrukturen. Realisierung dynamischer Systeme in Echtzeit: Digitaler Regelkreis, echtzeitfähige Integrationsverfahren, Diskretisierung (Invarianzmethoden, Transformationsmethoden, Auswahlkriterien), Realisierungseffekte (durch Diskretisierung, Wandler- und Rechentotzeit, asynchrone Abtastung, Quantisierung). Vorgeführtes begleitendes Projekt - Entwurf einer zeitkontinuierlichen Lageregelung und digitale Realisierung für ein elektromechanisches Positioniersystem: Modellbildung (Mehrkörpersystem mit trockenen Reibungen, detaillierte Aktor- und Sensormodelle), Entwurf der Regelung mit kontinuierlichem PID-Regler, Auslegung

	nach symmetrischem Optimum, Führungsgrößenaufschaltung, Sollwertvorgabe für Homing bei inkrementeller Lagemessung, Diskretisierung des Reglers, Aufbau des Echtzeitprogramms mit diskretem Regler, Inbetriebnahme der Regelung und Test am Laborversuchsstand.
Studien-/Prüfungsleistungen:	Mündliche Prüfung oder Klausur
Medienformen:	Vorlesung mit Overheadfolien, Arbeiten mit den Programmquellen zum Entwurf einer zeitkontinuierlichen Lageregelung für ein elektromechanisches Positioniersystem mit Rechner und Videoprojektor, Vorführung der digitalen Realisierung des Anwendungsbeispiels am Laborversuchsstand.
Literatur:	Heimann, B., et. al.: Mechatronik, Komponenten – Methoden - Beispiele. 3. Auflage, Hanser Fachbuchverlag 2006. Föllinger, O., et. al.: Regelungstechnik – Einführung in die Methoden und ihre Anwendung. 10. Auflage, Hüthig Buch Verlag 2008. Friedland, B.: Control System Design – An Introduction to State-space methods. Dover Publ Inc 2005. Weitere Literatur siehe Literaturliste zum Vorlesungsskript.

Modulbezeichnung:	<b>Optimale Regelung</b>
ggf. Kürzel:	OR
Studiensemester:	2 (WS)
Modulverantwortlich:	Prof. Dr. H. Henrichfreise
Sprache:	Skript und Vortrag: Deutsch Programmierung: Englisch
Zuordnung zum Curriculum:	MSc Mechatronik MSc Automotive Engineering
Lehrformen / SWS:	4 SWS Vorlesung, Übung, vorgeführtes begleitendes Projekt, starke Vermischung dieser 3 Elemente („integrierte Lehrveranstaltung“, Theorie, programmtechnische Umsetzung bis hin zur konkreten Realisierung)
Arbeitsaufwand:	60 h Präsenz 60 h Selbststudium inklusive Prüfungsvorbereitung
Kreditpunkte:	4
Empfohlene Voraussetzungen:	Kenntnisse der Inhalte der Module „Entwurf von Regelungssystemen“, und „Realisierung mechatronischer Systeme“
Angestrebte Lernergebnisse:	Die Studierenden kennen die Herleitung einer optimale Zustandsregelung mit Führungs- und Störgrößenaufschaltung mittels Optimierung quadratischer Gütefunktionale für deterministische und stochastische Anregung und können die theoretischen Grundlagen interpretieren, können Verhalten des geregelten Systems analysieren und beurteilen und können Maßnahmen für die robuste Realisierung von optimalen Zustandsregelungen entwickeln und begründen, können optimale Regelungen für komplexe mechatronische Systeme konzipieren und entwerfen, kennen die Softwarewerkzeuge und können unter deren Verwendung optimale Regelungssysteme entwerfen, analysieren und die Realisierung durchführen, können anspruchsvolle Veröffentlichungen in der Regelungstechnik bewerten und haben die Fähigkeit zur Erschließung neuer Erkenntnisse.
Inhalt:	Lineare, quadratische gaußsche Zustandsregelung: Grundlagen der Analyse stochastischer Signale, Linearer Quadratischer Reglerentwurf, Linearer Quadratischer Beobachterentwurf, Erweiterungen des Modells der Regelstrecke für die Führungsgrößenaufschaltung und Störgrößenebeobachtung/-aufschaltung, Robuste Realisierung. Werkzeuggestützter Entwurf und Realisierung einer optimalen Zustandsregelung für ein elektromechanisches

	Positioniersystem als vorgeführtes begleitendes Projekt.
Studien-/Prüfungsleistungen:	Mündliche oder Klausur
Medienformen:	Vorlesung mit Overheadfolien, Arbeiten mit den Programmquellen zum Entwurf der optimalen Zustandsregelung mit Rechner und Videoprojektor, Realisierung der Regelung am Laborversuchsstand.
Literatur:	Föllinger, O., et. al.: Regelungstechnik – Einführung in die Methoden und ihre Anwendung. 10. Auflage, Hüthig Buch Verlag 2008. Friedland, B.: Control System Design – An Introduction to State-space methods. Dover Pubn Inc 2005. Henrichfreise, H.: Prototyping of a LQG Compensator for a Compliant Mechanical Drive System with Friction. 1. Workshop TransMechatronik – Entwicklung und Transfer von Entwicklungssystemen der Mechatronik, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 23, Paderborn 1997. Weitere Literatur siehe Literaturliste zum Vorlesungsskript.

Modulbezeichnung:	<b>Eingebettete Systeme</b>
ggf. Kürzel:	ES
Studiensemester:	2 (WS)
Modulverantwortlich:	Prof. Dr. G. Hartung
Sprache:	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum:	MSc Mechatronik, BSc Technische Informatik, BSc Elektrotechnik
Lehrformen / SWS:	Vorlesung 2 SWS, Übung und Praktikum 2 SWS
Arbeitsaufwand:	60 h Präsenz (36 h Vorlesung und Übung, 24 h Projektarbeit in Kleingruppen) 90 h Selbststudium inklusive Prüfungsvorbereitung
Kreditpunkte:	5
Empfohlene Voraussetzungen:	Programmierkenntnisse, vorzugsweise in C, Grundkenntnisse über Aufbau, Funktionsweise und Dienste von Rechensystemen, Kenntnisse der Digitaltechnik und des Rechneraufbaus
Angestrebte Lernergebnisse:	Die Studierenden kennen die theoretischen Grundlagen von eingebetteten Systemen (ES), kennen wichtige Beschreibungsformen, mit denen Modelle eines ES erstellt werden, besitzen Grundkenntnisse zur Kommunikation eingebetteter Systeme, erstellen Modelle für Anwendungsprobleme und setzen sie in hardwarenahe Softwaremodule auf Mikrocontrollern um. können das typische Vorgehen bei der Erstellung eines ES auf Beispiele anwenden und das Ergebnis in Hinsicht auf die Erfüllung wichtiger Anforderungen analysieren.
Inhalt:	Beschreibung und Design eingebetteter Systeme, Aufbau eingebetteter Systeme auf Basis von Mikrocontrollern, Programmiersprachen (Assembler, C) und Kriterien zur Auswahl; Multithreading nach OSEK/VDX und Posix, Kommunikationssysteme für ES.
Studien-/Prüfungsleistungen:	Im Praktikum wird in einem Projekt ein Prototyp eines ES mit Mikrocontroller und selbstgebautes Modell erstellt. Das Ergebnis und die Zwischenberichte werden bewertet und fließen in die Endnote ein. Mündliche Prüfungen (in Ausnahmefällen auch Klausur)

Medienformen:	Ausformuliertes Skript, Demonstrationen von Werkzeugen, Beispielsystemen und Simulationen, Tafel zur interaktiven Entwicklung von Konzepten.
Literatur:	Wolf, W.: Embedded System Design - Principles and Practices. Barr, M.: Programming Embedded Systems in C and C++. Lemieux: OSEK/VDX. Weitere Literatur siehe Literaturliste zum Vorlesungsskript.



Modulbezeichnung:	<b>Einführung in die Konstruktionslehre</b>
ggf. Kürzel:	EKL
Studiensemester:	2 (WS)
Modulverantwortlich:	Prof. Dr. A. Stekolschik
Sprache:	Skript und Vortrag: Deutsch Software: Englisch
Zuordnung zum Curriculum:	MSc Mechatronik BEng Produktion und Logistik
Lehrformen / SWS:	4 SWS Vorlesung, Übung, Software-Praktikum (CAD-System) sowie eine Hausarbeit
Arbeitsaufwand:	60 h Präsenz 60 h Selbststudium inklusive Prüfungsvorbereitung
Kreditpunkte:	4
Empfohlene Voraussetzungen:	keine
Angestrebte Lernergebnisse:	Die Studierenden  können eine technische Zeichnung erstellen, interpretieren und erläutern,  können die Klassifizierung technische Produkte ableiten, Produktlebenszyklusphasen darstellen und interpretieren  erkennen Anforderungen an Maschinen und Anlagen, bestimmen technische Funktionen und setzen die Funktionen in Beziehung,  kennen Funktionen eines CAD-Systems und können einfache Baugruppen dreidimensional modellieren,  kennen unterschiedliche mechanische Lastfälle und können mechanische Spannungen berechnen
Inhalt:	Die Studierenden erwerben die für ihre weitere Ausbildung und zukünftige Tätigkeit als Ingenieurinnen und Ingenieure benötigten Grundkenntnisse der Konstruktionslehre, der Normung, des technischen Zeichnens (manuell und CAD) und der Toleranzlehre. Ferner werden Methoden zur Dimensionierung und Erstellung von Maschinenelementen vermittelt. Besonderes Augenmerk wird auf die Vermittlung der funktionsorientierten Konstruktionslehre gelegt, um die Analyse von komplexeren Aufgaben in der Projektierung zu ermöglichen.
Studien-/Prüfungsleistungen:	Klausur
Medienformen:	Vorlesung mit PowerPoint-Folien Skript digital als PDF-Datei Arbeiten im Rechnerlabor am CAD-System

Literatur:	Folienskript, Übungsaufgaben. Labisch, S./Weber, Ch.: Technisches Zeichnen, Vieweg. Hoischen, H.: Technisches Zeichnen, Cornelsen. Fischer, U., Tabellenbuch Metall, Europa Lehrmittel. Weiterführende Literatur wird in der Veranstaltung bekannt gegeben
------------	--

## Methoden der Mechatronik/ Individuelle Erweiterung und Vertiefung

Modulbezeichnung:	<b>Digitale Regelung</b>
ggf. Kürzel:	DR
Studiensemester:	1 (WS)
Modulverantwortlich:	Prof. Dr. M. Jelali
Sprache:	Skript und Vortrag: Deutsch
Zuordnung zum Curriculum:	MSc Mechatronik
Lehrformen / SWS:	4 SWS Vorlesung
Arbeitsaufwand:	60 h Präsenz 60 h Selbststudium inklusive Prüfungsvorbereitung
Kreditpunkte:	4
Empfohlene Voraussetzungen:	Grundlagen der Regelungstechnik
Angestrebte Lernergebnisse:	<p>Die Studierenden</p> <p>kennen und verstehen die grundlegenden Zusammenhänge in zeitdiskreten Regelkreisen,</p> <p>haben Kenntnisse und Fertigkeiten zur Beschreibung des dynamischen Verhaltens von zeitdiskreten Regelungssystemen im Zeit- und Bildbereich,</p> <p>kennen die gängigen Verfahren für den Entwurf und die Analyse zeitdiskreter Regelungen und können diese anwenden,</p> <p>können digitale Regelungen für komplexe mechatronische Systeme konzipieren, entwerfen und anwenden,</p> <p>kennen die Methodik von Softwarewerkzeugen, analysieren und realisieren digitale Regelungssysteme in der Simulation und können ihre Performance bewerten,</p> <p>haben die Fähigkeit zur Erschließung neuer Erkenntnisse anhand anspruchsvoller Veröffentlichungen in der Regelungstechnik.</p>
Inhalt:	<p>Einführung in die digitale Regelungstechnik: Arbeitsweise und Eigenschaften einer digitalen Regelung.</p> <p>Grundlagen der Analyse und Synthese zeitdiskreter Systeme: mathematische Beschreibung des Abtast-Halte-Vorgangs, z-Transformation, Beschreibung von Abtastsystemen im z-Bereich, Antwortzahlenfolge eines linearen Differenzgleichungs-Übertragungsgliedes, Stabilität zeitdiskreter Systeme, bilineare Transformation, diskreter Frequenzgang.</p> <p>Reglerentwurf im z-Bereich: diskreter Kompensationsregler, Regler für endliche Einstellzeit, Dead-Beat-Regler.</p> <p>Zustandsraummethoden für zeitdiskrete Systeme:</p>

	Zustandsgleichungen, sprunginvariante Diskretisierung eines kontinuierlichen Systems, z-Übertragungsmatrix, Stabilität im Zeit- und im Bildbereich, stationärer Zustand, Entwurf einer Zustandsvektorrückführung durch Polvorgabe, Zustandsvektorrückführung mit endlicher Einstellzeit.
Studien-/Prüfungsleistungen:	Mündliche Prüfung oder Klausur
Medienformen:	Vorlesung mit Overheadfolien, Übungen mit MATLAB
Literatur:	<p>Föllinger, O.: Laplace- u. Fourier-Transformation, Einführung in die Methoden und ihre Anwendung. Hüthig Buch Verlag, Heidelberg 1990.</p> <p>Föllinger, O.: Lineare Abtastsysteme. R. Oldenbourg Verlag, München 1990.</p> <p>Franklin, G. F., Powell, J. D., Workman, M. L.: Digital Control of Dynamic Systems. Addison-Wesley Publishing Company, California 1980.</p> <p>Weitere Literatur siehe Literaturliste zum Vorlesungsskript.</p>

Modulbezeichnung:	<b>Computational Intelligence</b>
ggf. Kürzel:	CI
Studiensemester:	1 (SS)
Modulverantwortlich:	Prof. Dr. R. Bartz
Sprache:	Vortrag: Deutsch Unterlagen: Englisch
Zuordnung zum Curriculum:	M.Sc. Mechatronik, M.Sc. Technische Informatik
Lehrformen / SWS:	Vorlesung 2 SWS, Übung 1 SWS, Praktikum 1 SWS
Arbeitsaufwand:	60 h Präsenz 90 h Selbststudium inklusive Prüfungsvorbereitung
Kreditpunkte:	5
Empfohlene Voraussetzungen:	
Angestrebte Lernergebnisse:	<p>Die Studierenden erarbeiten sich grundlegende Kenntnisse zur Theorie und Anwendung von Methoden der Computational Intelligence.</p> <p>Die Studierenden kennen die gängigen Typen von Optimierungsaufgaben und können konkrete Aufgaben einordnen.</p> <p>Sie kennen das Prinzip des Simplex-Algorithmus und können lineare Probleme in die für ihn geeignete Standardform überführen und eine Lösung erarbeiten.</p> <p>Die Studierenden können neuronale Netze einordnen und ihre Anwendbarkeit auf Problemstellungen bewerten. Sie können die Parameter neuronaler Netze variieren und ihren Einfluss abschätzen.</p> <p>Sie können Lernverfahren klassifizieren und ihre Arbeitsweise beschreiben.</p> <p>Sie können nichtlineare Probleme der Modellbildung und Klassifizierung mit einem neuronalen Netz lösen.</p> <p>Sie können das Verhalten eines Systems analysieren und durch geeignete Modifikationen verbessern.</p> <p>Die Studierenden kennen die Methodik der Fuzzy Logik und können eine Problemstellung darauf abbilden und das resultierende Systemverhalten begründen.</p> <p>Sie können unscharf definierte Aufgaben mit Hilfe von Fuzzy Logik lösen.</p> <p>Die Studierenden kennen die Arbeitsweise evolutionärer Algorithmen und können ihre Varianten einordnen.</p> <p>Sie können reale Problemstellungen in geeignete Repräsentationen umsetzen.</p> <p>Sie können Selektionsverfahren vergleichen und geeignete Selektionsalgorithmen entwerfen.</p> <p>Sie können schwierige Probleme mit Heuristiken der</p>

	<p>evolutionären Algorithmen lösen</p> <p>Die Studierenden können mit üblichen Werkzeugen der Computational Intelligence umgehen. Sie können Systemparameter variieren, Messreihen durchführen und Ergebnisse darstellen, bewerten und diskutieren.</p> <p>Sie können internationale wissenschaftliche Literatur analysieren, ihre Ergebnisse einordnen, in ihren Kontext stellen und vor Anderen präsentieren</p>
Inhalt:	<p>Einführung in Optimierungsprobleme: Klassische Optimierungsstrategien, Gütefunktion, Fehlerfunktion, Nebenbedingungen. Minimum/Maximumsuche. klassische Verfahren, Gradientensuche, Lagrange-Multiplikatoren. Multikriterielle Optimierung, Pareto-Front und Pareto-Set.</p> <p>Einführung in künstliche neuronale Netze: Bezug zur Biologie, typische Neuronen-Modelle, Netz-Topologien und typische Ausprägungen. Forward-Algorithmen, gewichtete Summe, Aktivierungsfunktionen (Sigmoid, linear, tanh,...). Methodik zum Lernen, Backpropagation-Lernalgorithmus.</p> <p>Einführung in Fuzzy-Logic: Definition eines Fuzzy-Set, Membership-Function und ihre Standard-Typen. Methoden zur Fuzzifizierung. Fuzzy-Logic Regelwerke, Inferenz. Methoden zur Defuzzifizierung und Übergang zu realen physikalischen Signalen.</p> <p>Einführung in Themengebiete evolutionärer Algorithmen: Gen-Repräsentationen. Fitnessfunktionen, Populations-Strategien. Selektions-, Rekombinations-, Mutations-Operatoren.</p> <p>Praktikumsinhalte: Einsatz eines neuronalen Netzes für vorgegebene Aufgabenstellungen, Einsatz eines Fuzzy-Logic-Systems für vorgegebene Aufgabenstellung. Weiterhin soll ein wissenschaftlicher Artikel aus dem Gebiet der CI analysiert und in einem Vortrag den übrigen Studierenden des Moduls erläutert werden.</p>
Studien-/Prüfungsleistungen:	<p>Klausur</p> <p>Praktikumsbericht (Zulassungsvoraussetzung zur Prüfung)</p>
Medienformen:	<p>Vorlesung mit Overheadfolien, Beamer</p>
Literatur:	<p>Grosse et al.: Taschenbuch der praktischen Regelungstechnik. Fachbuchverlag Leipzig.</p> <p>Bothe, H.: Fuzzy Logic. Springer.</p> <p>Zell, A.: Simulation Neuronaler Netze. Oldenbourg.</p> <p>Nauck, D. et al.: Neuronale Netze und Fuzzy-Systeme. Vieweg.</p>

	Gerdes, I. et al.: Evolutionäre Algorithmen. Vieweg. Eiben,A.E., Smith,J.E.: Introduction to Evolutionary Computing Marsland, St.: Machine Learning: An Algorithmic Perspective
--	---

Modulbezeichnung:	<b>Elektrische Fahrzeugantriebe</b>
ggf. Kürzel:	EFA
Studiensemester:	1 (SS)
Modulverantwortlich:	Prof. Dr. A. Lohner
Sprache:	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum:	MSc Mechatronik, MSc Elektrotechnik
Lehrformen / SWS:	Vorlesung 2 SWS, Übung 1 SWS, Praktikum 1 SWS
Arbeitsaufwand:	60 h Präsenz 90 h Selbststudium inklusive Prüfungsvorbereitung
Kreditpunkte:	5
Empfohlene Voraussetzungen:	Kenntnisse der Grundlagen der Leistungselektronik und elektrischen Antriebe sowie mindestens Grundkenntnisse in der Matlab/Simulink-Modellierung
Angestrebte Lernergebnisse:	<p>Die Studierenden kennen fahrzeugantriebssystem-spezifische Strukturen und Regelungsverfahren. Sie können damit verschiedene hybridische und elektrische Antriebstopologien benennen, darstellen und hierfür spezifische Regelungsalgorithmen definieren.</p> <p>Durch den Umgang mit verschiedenen Antriebssystemen haben die Studierenden dann die Fähigkeit erlangt, das für die jeweilige Anwendung am besten geeignete System auszuwählen, zu konfigurieren oder zu gestalten. Weiterhin sind sie auch in der Lage Regelungsstrategien zu entwickeln.</p> <p>Abschließend erhalten die Studierenden einen Einblick in Projekte, bzw. es ist vorgesehen, die Bahnindustrie zu besuchen oder einen Fuhrpark zu besichtigen.</p>
Inhalt:	<p>Es werden in diesem Fach die Prinzipien des Antriebs mit Drehfeldmaschine gelehrt. Hierzu wird insbesondere der für einen drehzahlvariablen Antrieb notwendige Antriebsumrichter mit seiner Steuerung genauer betrachtet. Auf der Drehfeldtheorie aufbauend werden sowohl die dreiphasige Pulsweitenmodulation als auch die feldorientierte Regelung der Asynchronmaschine und die der Synchronmaschine vorgestellt. Als Anwendung der drehzahlvariablen Drehstromantriebe werden elektrische angetriebene Straßenfahrzeuge betrachtet. Ein weiteres Thema sind die sogenannten Hybridfahrzeuge, die durch ihr Primärenergieeinsparpotential deutlich an Bedeutung gewonnen haben. Hierbei werden mögliche Antriebstopologien genauso wie verschiedene Energiespeichertechnologien erläutert.</p>



Studien-/Prüfungsleistungen:	Mündliche Prüfung oder Klausur Praktikumstestat (Zulassungsvoraussetzung zur Prüfung)
Medienformen:	Vorlesung, Übung: Overheadprojektor, Hilfsblätter, Videoprojektor. Simulationsrechner Praktikum: Rechnergesteuerte Versuchsstände
Literatur:	Leonhard, W.: Regelung Elektrischer Antriebe. Springer Verlag. Wellenreuter, G.: Automatisieren mit SPS. Vieweg Verlag. Höger, W.: Elektrische Maschinen und Antriebe I. FH München. Böcker, J.: Mechatronik und Elektrische Antriebe A, B. Uni Pad. Gerling, D.: Antriebsregelung. BW. Uni München. Hameyer, K.: Elektrische Maschinen I und II. RWTH Aachen. De Doncker, R. W.: Elektrische Antriebe. RWTH Aachen.

Modulbezeichnung:	<b>Servohydraulik</b>
ggf. Kürzel:	SH
Studiensemester:	1 (SS)
Modulverantwortlich:	Prof. Dr. M. Jelali
Sprache:	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum:	MSc Mechatronik
Lehrformen / SWS:	durch Seminar begleitete Projektarbeit / 4 SWS
Arbeitsaufwand:	60 h Präsenz 60 h Selbststudium inklusive Prüfungsvorbereitung
Kreditpunkte:	4
Empfohlene Voraussetzungen:	Grundkenntnisse der Hydraulik Grundkenntnisse der Regelungstechnik
Angestrebte Lernergebnisse:	Die Studierenden verstehen die Funktion der wichtigsten servohydraulischen Komponenten, sind befähigt zur Modellbildung und Simulation des dynamischen Verhaltens der fluidtechnischen Systeme, kennen die klassischen und nichtlinearen Regelungskonzepte für servohydraulische Systeme und können diese konzipieren und entwerfen, können die Regelungskonzepte in der Simulation anwenden und untersuchen, ihre Performance im Vergleich beurteilen sowie das geeignete Verfahren für die gegebene Anwendung in Abhängigkeit der Anforderungen auswählen.
Inhalt:	Hydraulische Komponenten und Schaltungen, Steuerkette des servohydraulischen Antriebs, Modellbildung servohydraulischer Systeme, Lineare und nichtlineare Regelungen für servohydraulische Antriebe.
Studien-/Prüfungsleistungen:	Mündliche Prüfung
Medienformen:	Vorlesung mit Powerpoint, Angeleitete Bearbeitung eines Modellbildungs- und Regelungsprojektes (Programmierung in MATLAB/Simulink, Dokumentation und Präsentation der Ergebnisse)
Literatur:	Murrenhoff, H.: Servohydraulik. Shaker Verlag Aachen 2002. Jelali M., Kroll A.: Hydraulic Servo-systems: Modelling, Identification and Control. Springer-Verlag 2003

## Individuelle Erweiterung und Vertiefung

Modulbezeichnung:	<b>Advanced Control</b>
ggf. Kürzel:	AC
Studiensemester:	1 (SS)
Modulverantwortlich:	Prof. Dr. M. Jelali
Sprache:	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum:	MSc Mechatronik MSc Maschinenbau
Lehrformen / SWS:	Seminar 3 SWS, Praktikum 1 SWS
Arbeitsaufwand:	48 h Präsenz 72 h Selbststudium inklusive Prüfungsvorbereitung
Kreditpunkte:	4
Empfohlene Voraussetzungen:	
Angestrebte Lernergebnisse:	<p>Die Studierenden besitzen grundlegende Kenntnisse über die wichtigsten Methoden der modernen fortgeschrittenen Regelungstechnik. Sie lernen die Notwendigkeit, das Potential und den Aufwand für die Anwendung solcher Konzepte abschätzen.</p> <p>Die grundlegenden Begriffe und Methoden der Prozessidentifikation und der modellprädiktiven Regelung werden erlernt und in Beispielen vertieft. Die Studierenden sind in der Lage, Prozessmodelle aus gemessenen Daten zu identifizieren und darauf basierend geeignete Reglerstrukturen zu konzipieren und zu entwerfen. Hierbei sollen insbesondere die Beschränkungen des Systems beim Reglerentwurf (MPC – Modellprädiktive Regelung) berücksichtigt werden.</p> <p>Sie können beide Methodengruppen kombinieren und für eine gegebene Anwendung aus der Mechatronik eine Gesamtsimulation entwickeln, analysieren und bewerten.</p>
Inhalt:	<p>Prozessidentifikation:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modellstrukturen,</li> <li>• Identifikationsprozeduren</li> <li>• Parameterschätzverfahren</li> </ul> <p>Modellbasierte prädiktive Regelung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lineare modellprädiktive Regelung</li> <li>• Effiziente numerische Berechnung</li> <li>• Reglerentwurf mit Beschränkungen</li> <li>• Robuste prädiktive Regelung</li> </ul>

Studien-/Prüfungsleistungen:	Klausur
Medienformen:	
Literatur:	Dittmar R., Pfeiffer B.-M.: Modellbasierte prädiktive Regelung. Oldenbourg Wissenschaftsverlag 2004 Camacho E.F., Bordons C.: Model Predictive Control. Springer-Verlag 2004 Jelali M.: Control Performance Management. Springer-Verlag 2013

Modulbezeichnung:	<b>Ausgewählte Anwendungen der Automatisierungstechnik</b>
ggf. Kürzel:	AAA
Studiensemester:	1 (SS)
Modulverantwortlich:	Prof. Dr. M. Jelali
Sprache:	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum:	MSc Mechatronik MSc Maschinenbau
Lehrformen / SWS:	Seminar 3 SWS, Praktikum 1 SWS
Arbeitsaufwand:	60 h Präsenz 90 h Selbststudium inklusive Prüfungsvorbereitung
Kreditpunkte:	5
Empfohlene Voraussetzungen:	
Angestrebte Lernergebnisse:	<p>Die Studierenden erarbeiten unter Anleitung Lösungen für aktuelle automatisierungstechnische Probleme in bestimmten Anwendungsgebieten. Dabei soll im Wesentlichen der gesamte Weg von der Modellbildung über den Reglerentwurf bis zur Überprüfung der Funktionalität durch Simulation durchschritten werden. Je nach Anwendung und Aufgabenstellung kommen verschiedene Methoden zur Regelung und/oder Fehlerdiagnose zum Einsatz. Dozenten aus der Industrie demonstrieren den Studierenden vorhandene industrielle Lösungen der Aufgabenstellungen.</p> <p>Die Studierenden kennen und verstehen ausgewählte Methoden der Automatisierungstechnik, können diese an einem konkreten Beispiel anwenden, sie können z.B. eine Banddickenregelung für eine Walzstraße konzipieren, entwerfen, in der Simulation implementieren, deren Performance analysieren und bewerten, können entscheiden für welche Anlagentypen und Betriebsbedingungen die einzelnen Reglerteile notwendig sind und ihr Wahl begründen.</p>
Inhalt:	<p>Regelung elektrohydraulischer Antriebe (Systembeschreibung, Modellbildung, Reglerentwurf (linear, nichtlinear), Fehlerdiagnose, Simulation)</p> <p>Banddickenregelung in einer Walzstraße (Prozessbeschreibung, Modellbildung, Reglerentwurf, Simulation)</p> <p>Fehlerdiagnose und Regelung einer Windanlage (Anlagenbeschreibung, Modellbildung, Fehleranalyse, Reglerauslegung, Simulation)</p> <p>Temperaturregelung in einer Bandglühlinie (Prozessbeschreibung, Modellbildung, Reglerentwurf,</p>

	Simulation)
Studien-/Prüfungsleistungen:	Mündliche Prüfung
Medienformen:	
Literatur:	Je nach Aufgabenstellung, auch von Studenten zu recherchieren

Modulbezeichnung / Kürzel	<b>Entwurf eingebetteter Systeme</b>
ggf. Kürzel:	EES
Fachsemester:	2 (WS)
Modulverantwortlich:	Prof. Dr. G. Hartung
Sprache:	Deutsch Unterlagen teilw.: Englisch
Zuordnung zum Curriculum:	MSc Mechatronik, MSc Technische Informatik, MSc Elektrotechnik
Lehrformen / SWS:	Seminaristische Arbeitsweise und Projektarbeit
Arbeitsaufwand:	150 h Selbststudium, Projektarbeit, inklusive Prüfungsvorbereitung
Kreditpunkte:	5
Empfohlene Voraussetzungen:	Grundkurse in Technische Informatik (Digitaltechnik, Rechneraufbau und hardwarenahe Programmierung), Grundlagen der Informatik, Funktion und Aufbau von Betriebssystemen, Grundkenntnisse in eingebetteten Systemen oder Prozessinformatik, Grundkenntnisse in SW-Engineering (u.a. UML),
Angestrebte Lernergebnisse:	Die Studierenden verfügen über vertiefte Kenntnisse über Designmethoden für eingebettete und reaktive Systeme, kennen wichtige Beschreibungsformen, die in der industriellen Praxis für Design und Rapid Prototyping eingesetzt werden, und können diese beurteilen, erkennen Gemeinsamkeiten und Unterschiede beim Hardware/Softwareentwurf, beherrschen und beurteilen wichtige Designmuster, die für den Entwurf eines ES zur Verfügung stehen, haben einen systematischen Entwurfsprozess auf ein selbstgewähltes Projekt angewendet.
Inhalt:	Eigenschaften und Anforderungen an eingebettete Systeme, insbesondere Sicherheitsklassen und Zuverlässigkeit, Beschreibungsverfahren: Petri-Netze, Statecharts/Statemate, UML for embedded systems, Digitale Systeme: SpecCharts, SystemC, UML for SOC (System on a Chip), HW-orientierte Designmuster (State machine, gesteuerter Datenfluss, Softcore-Prozessor) und SW- orientierte Designmuster (RTOS-basierte System, virtuelle

	<p>Maschinen),</p> <p>Designmuster für fehlertolerante Systeme (Dreifachredundanz, Watchdogs, Softwareprüfmethoden),</p> <p>Vorgehensmodelle im Entwurfsprozess (CMMI, SPICE),</p> <p>Normen am Beispiel Automobilelektronik (AutoSAR).</p>
Studien-/Prüfungsleistungen:	<p>In einem Projekt wird ein ausführbares Modell eines ES entwickelt und in einem Bericht dokumentiert; dies wird bewertet.</p> <p>Der Vorlesungsstoff wird in einer mündlichen Prüfung (in Ausnahmefällen auch mit Klausur) geprüft.</p>
Medienformen	<p>Folien (über Lernportal verteilt),</p> <p>Demonstration von für den Systementwurf geeigneten Werkzeugen,</p> <p>Kommunikation in den Projekten über E-Mail und Werkzeug für Gruppenarbeit.</p>
Literatur	<p>Wieringa, R.M.: Design Methods for Embedded Systems.</p> <p>Girault, C., Valk, R.: Petri Nets for System Engineering.</p> <p>Schäuffele, J., Zurawka, T.: Automotive Software Engineering.</p> <p>Weitere Literaturhinweise werden in der Veranstaltung gegeben.</p>



Modulbezeichnung:	<b>Feldbus-Grundlagen</b>
ggf. Kürzel:	FG
Studiensemester:	2 (WS)
Modulverantwortlich:	Prof. Dr. R. Bartz
Sprache:	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum:	MSc Mechatronik, BSc Elektrotechnik, BSc Technische Informatik, BSc Kommunikationstechnik ( Nachrichtentechnik)
Lehrformen / SWS:	Vorlesung 2 SWS, Übung 1 SWS, Praktikum 1 SWS
Arbeitsaufwand:	60 h Präsenz 90 h Selbststudium inklusive Prüfungsvorbereitung
Kreditpunkte:	5
Empfohlene Voraussetzungen:	Grundlagen der Digitaltechnik: binäre Logik, Zahlendarstellung binär, hexadezimal, dezimal, Zustands-Übergangs-Diagramm.  Grundlagen der Elektrotechnik: Spannung, Strom, Widerstand, Kondensator, Spule, Übertrager.  Rechneraufbau und hardwarenahe Programmierung: Aufbau eines Mikrocontrollers, C-Programmierung für eine Target-Plattform.
Angestrebte Lernergebnisse:	Die Studierenden erarbeiten sich grundlegende Kenntnisse über industrielle Kommunikationssysteme. Sie kennen die wichtigsten Netzwerk-Topologien, die Prinzipien des ISO/OSI Modells und die Aufgaben der unteren OSI-Layer. Sie können die gängigen Beschreibungsmethoden für Kommunikationsstandards erklären. Sie können Dienste in der gängigen Beschreibungsart darstellen und interpretieren. Sie können die zur Funktionsbeschreibung verwendeten State Charts verstehen und erstellen. Sie können die zeitlichen Abläufe mittels Sequenzdiagrammen veranschaulichen  Die Studierenden kennen die wesentlichen Physical Layer Mechanismen. Sie können gängige Leitungscodes anwenden und zugehörige zeitliche Signalverläufe deuten. Sie verstehen elektrische Spezifikationen ausgewählter Übertragungssysteme.  Die Studierenden verstehen die Funktionen des Data Link Layer können sie anwenden. Sie können wesentliche Komponenten eines Protokolls benennen. Sie können bedeutende Verfahren zur Datensicherung beschreiben, vergleichen, und auf Nutzdatensequenzen

	<p>anwenden.          Sie können die üblichen Zugriffsverfahren (M/S, Token, CSMA) beschreiben und ihre Eigenschaften darstellen.          Sie können Protokolle analysieren und die enthaltenen Nutzdaten extrahieren.          Sie können Protokoll-konforme Datenströme generieren, mit denen vorgegebene Nutzdaten transportiert werden.</p> <p>Die Studierenden kennen CAN als beispielhafte Feldbus-Spezifikation und können sie im Sinne des ISO/OSI Modells einordnen.          Sie können das Verhalten von Kommunikationsteilnehmern nachvollziehen.          Sie können die CAN-Spezifikation zuordnen und Vor- und Nachteile diskutieren.</p> <p>Die Studierenden können Programme für ein 'embedded system' entwickeln.          Sie können die Entwicklungsumgebung zur Fehlersuche und zum Test einsetzen (breakpoints, single step, Register- und Variablen-Beobachtung/Modifikation)          Sie können CAN-bezogene Register verwenden um CAN-Kommunikation zu konfigurieren und Informationen zu senden und zu empfangen.          Sie können Funktionalitäten mit Hilfe von State Charts planen und implementieren.          Sie können Systemprogramme konzipieren und implementieren, die Informationen über einen Kommunikationskanal senden und empfangen.          Sie können Systemprogramme entwerfen und implementieren, die mit externen Sensoren und Aktoren eines komplexen elektromechanischen Systems interagieren.          Sie erlangen Erfahrung in der Teamarbeit.</p>
<p>Inhalt:</p>	<p>Grundlagen:          Topologien, Einordnung von Feldbussen, Grundbegriffe der Kommunikation nach ISO/OSI, Hierarchiemodell der Automatisierung.</p> <p>ISO/OSI Kommunikationsmodell:          Die Layer und ihre Aufgaben, Dienste und Dienstprimitive, lokale und Peer-to-peer Dienste, Verbindung, PDU, SDU, PCI, ICI, SAP, CEP.</p> <p>Geräte für die Kommunikation:          Repeater, Bridge, Router, Gateway.          Notationen im Kommunikations-Umfeld.</p> <p>Physical Layer:          Wesentliche Aspekte/Aufgaben, Leitungscodierung, Übersicht über RS-232, RS-485.</p> <p>Data Link Layer:          Wesentliche Aspekte/Aufgaben, Datensicherungs-Prinzipien (Parity, Checksum, CRC), Buszugriffs-Verfahren (M/S, Token, CSMA), Synchronisierung.</p> <p>Controller Area Network (CAN):          Details zur Spezifikation, Übersicht und Layer-Konzept, Dienste des Data Link Layer (DLL), PDUs des DLL, Standard-</p>

	<p>und Extended-CAN.</p> <p>Fehler-Management bei CAN: Fehlerfälle, Fehlerbehandlung, Selbstdiagnose, Phasenfehler, Synchronisierungsmaßnahmen, Bit-Timing.</p> <p>Praktikumsversuche: Programmierung eines Mikrocontrollers (Texas Instruments F28335) zur Ansteuerung von Sensoren und Aktoren über I/O-Ports, Senden und Empfangen von CAN-Nachrichten, Remote-Steuerung via CAN.</p>
Studien-/Prüfungsleistungen:	<p>Klausur</p> <p>Praktikumsbericht (Zulassungsvoraussetzung zur Prüfung)</p>
Medienformen:	<p>Vorlesung mit Overheadfolien</p>
Literatur:	<p>Lawrenz, W.: CAN Controller Area Network. Hüthig.</p> <p>Zimmermann, W., Schmidgall, R.: Bussysteme in der Fahrzeugtechnik. Vieweg.</p> <p>Schnell, G. (Hrsg): Bussysteme in der Automatisierungstechnik. Vieweg.</p> <p>Weitere Literatur siehe Literaturliste im eigenen Vorlesungsskript.</p>

Modulbezeichnung:	<b>Motion Control</b>
ggf. Kürzel:	MC
Studiensemester:	2 (WS)
Modulverantwortlich:	Prof. Dr.-Ing. J. O. Krah
Sprache:	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum:	MSc Mechatronik, MSc Elektrotechnik
Lehrformen / SWS:	Vorlesung 2 SWS, Übung 1 SWS, Praktikum 1 SWS
Arbeitsaufwand:	60 h Präsenz 90 h Selbststudium inklusive Prüfungsvorbereitung
Kreditpunkte:	5
Empfohlene Voraussetzungen:	Grundkenntnisse in analoger und digitaler Signalverarbeitung, Grundkenntnisse in klassischer Regelungstechnik
Angestrebte Lernergebnisse:	Die Studierenden kennen die grundlegenden Methoden und Systeme der Bewegungssteuerung und den Entwurf von Abtastregelungen in einer DSP-Architektur, besitzen Kenntnisse über die Funktionsweise, Konfiguration, Parametrierung und Implementierung von Regelalgorithmen auf Digitalrechnern, beherrschen den Umgang mit industriellen, digitalen Antriebsreglern aus der Automatisierungstechnik.
Inhalt:	Physikalische Grundlagen: DGL der linearen Bewegung – Lage, Geschwindigkeit, Beschleunigung (= Kraft/Masse), DGL der rotativen Bewegung.  Servomotoren: Der Aufbau eines Motors wird beispielhaft an einem permanent erregten Synchronmotor (BLDC) erläutert – Kontinuierliches Drehmoment, Wärmefluss Drehmomentkonstante, Spitzendrehmoment Eisensättigung, Entmagnetisierung Trägheitsmoment, Beschleunigungsvermögen, kinetische Energie.  Servoumrichter: Die Funktionsweise eines Servoumrichters wird beispielhaft an einem IGBT Umrichter dargestellt – Eingangsschaltung, B6-Brücke, CE-Filter, Zwischenkreisspannung, Ballastschaltung, IGBT Endstufe, Schaltfrequenz.  Grundbegriffe digitaler Signalverarbeitung: Beschreibung zeitdiskreter Systeme, Analog-Digital-Umsetzung und Abtast- Halteglied, Quantisierungsrauschen, z-Transformation und bilineare

	<p>Transformation.</p> <p>Digitale Regelalgorithmen: Quasistetige Regelung, PID Algorithmen, Anti-Wind-Up, Direct Digital Control, Dead-Beat-Algorithms.</p> <p>Funktionale Sicherheit – Safe Motion: Einführung in Safe Motion nach ISO 13849</p> <p>Motor Control: Strom/Drehmomentregelung mit Smith Prädiktor, Drehzahlregelung, Lageregelung, Schleppfehler, Vorsteuerung, Implementierung in einer DSP-Architektur („C“).</p> <p>Resonanzen: Elastisch angekoppelte Last, Zweimassenschwinger, Stabilität, digitaler Stromsollwert-Filter.</p> <p>Beobachter: Indirekte Geschwindigkeitsmessung über Resolver bzw. Encoder, Luenberger Beobachter.</p> <p>Inbetriebnahmetools: Prozessidentifikation, Modellbildung und Parametrierung im Frequenzbereich.</p> <p>Feldbusanbindung: CANopen – Point to Point Bewegungen, EtherCAT – Trajektorien gesteuert mit Feininterpolation.</p>
Studien-/Prüfungsleistungen:	<p>Klausur</p> <p>Praktikumstestat (Zulassungsvoraussetzung zur Prüfung)</p>
Medienformen:	<p>Vorlesung mit Videoprojektor,</p> <p>Übung mit Folien und Tafel,</p> <p>Praktikum am Laborplatz mit PC und Internetzugang für je 2 Studenten.</p> <p>Skript, Übungsaufgaben und Praktikumsunterlagen im Web</p>
Literatur:	<p>Vorlesungsskript MC, Praktikumsunterlagen, Übungsaufgaben.</p> <p>Krah, J. O.: Vorlesungsskript RT. Download.</p> <p>Krah, J. O.: Vorlesungsskript FSI. Download.</p> <p>Handbuch ServoStar 300: <a href="http://www.danahermotion.net">www.danahermotion.net</a>.</p> <p>Schultz, G.: Regelungstechnik. Oldenbourg Verlag München-Wien.</p> <p>Lutz, H., Wendt, W.: Taschenbuch der Regelungstechnik. Verlag Harri Deutsch.</p> <p>DIN EN ISO 13849-1:2008 Sicherheit von Maschinen - Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen</p> <p>Weitere Literaturhinweise werden in der Veranstaltung gegeben.</p>

Modulbezeichnung:	<b>Robotik</b>
ggf. Kürzel:	ROB
Studiensemester:	1 (SS)
Modulverantwortlich:	Prof. Dr. H. Henrichfreise
Sprache:	Skript und Vortrag: Deutsch Programmierbeispiele: Englisch
Zuordnung zum Curriculum:	MSc Mechatronik
Lehrformen / SWS:	4 SWS Vorlesung, Übung, vorgeführtes begleitendes Projekt, starke Vermischung dieser 3 Elemente („integrierte Lehrveranstaltung“, Theorie, programmtechnische Umsetzung)
Arbeitsaufwand:	60 h Präsenz 60 h Selbststudium inklusive Prüfungsvorbereitung
Kreditpunkte:	4
Empfohlene Voraussetzungen:	Kenntnisse der technischen Dynamik
Angestrebte Lernergebnisse:	Die Studierenden kennen die wichtigsten Robotertypen und können die Einsatzgebiete definieren, kennen die theoretischen Grundlagen zur Beschreibung der Kinematik und Kinetik von Robotermechanismen, können die Kinematik und Kinetik für beliebige Robotermechanismen entwickeln und die Ergebnisse analysieren, kennen die grundlegenden Algorithmen zur Steuerung von Robotern und Regelungsstrukturen und können Steuerungen und Regelungen für Robotersysteme entwerfen, haben ihre ganzheitliche Betrachtungsweise bei der Entwicklung von Robotersystemen geschult und können die Entwicklungsergebnisse bewerten.
Inhalt:	Grundlagen: Definitionen und Begriffe, Robotertypen (Gelenkkonfigurationen), Einsatzgebiete. Kinematik von Gelenkmechanismen: Vorwärts- und Rückwärtskinematiken für Lage, Geschwindigkeit, und Beschleunigung. Kinetik von Gelenkmechanismen: Lagrange-Formalismus, Bewegungsgleichungen, automatische Generierung der Bewegungsgleichungen. Steuerung und Regelung von Robotern: kartesische Bahnplanung, Übersicht über Regelungsstrukturen, lineare Gelenkregelung, nichtlineare Gelenkregelung (Computed Torques). Vorgeführte begleitende Projekte:

	Anwendungsbeispiele dreiachsiger und sechsachsiger Knickarmroboter.
Studien-/Prüfungsleistungen:	Mündliche Prüfung oder Klausur
Medienformen:	Vorlesung mit Overheadfolien, Arbeiten mit den Programmquellen mit Rechner und Videoprojektor. Vorführung des Anwendungsbeispiels im Labor.
Literatur:	Craig, J. J.: Introduction into Robotics. 3. Auflage, Prentice Hall 2003. Spong, M. W., et. al.: Robot Dynamics and Control. John Wiley & Sons 1989. Paul, R. P.: Robot Manipulators – Mathematics, Programming and Control. 8. Auflage, MIT 1989. Weitere Literatur siehe Literaturliste zum Vorlesungsskript.

Modulbezeichnung:	<b>Software Engineering</b>
ggf. Kürzel:	SE
Studiensemester:	2 (WS)
Modulverantwortlich:	Prof. Dr. H. W. Nissen
Sprache:	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum:	MSc Mechatronik, BSc Technische Informatik
Lehrformen / SWS:	Vorlesung 2 SWS, Übung 1 SWS, Praktikum 1 SWS
Arbeitsaufwand:	60 h Präsenz 90 h Selbststudium inklusive Prüfungsvorbereitung
Kreditpunkte:	5
Empfohlene Voraussetzungen:	grundlegende Programmierkenntnisse, grundlegendes Verständnis des Objektgedankens (OO)
Angestrebte Lernergebnisse:	<p>Die Studierenden können die Ziele und Prinzipien des Software Engineering formulieren,</p> <p>kennen die wesentlichen Methoden und Werkzeuge des Software Engineering und können diese anwenden,</p> <p>besitzen die Fähigkeit, verschiedene Vorgehensmodelle zu beschreiben und ihre Vor- und Nachteile zu analysieren und zu vergleichen,</p> <p>kennen die Aufgaben im Anforderungsmanagement und können Techniken/Methoden zur Erhebung und zur systematischen Dokumentation von Anforderungen anwenden,</p> <p>beherrschen die unterschiedlichen Techniken zur eindeutigen Spezifikation verschiedener Systemeigenschaften, insbesondere der Definition der Funktionen, der Daten und des Verhaltens eines Software-Systems,</p> <p>besitzen praktische Erfahrungen in der Durchführung der verschiedenen Spezifikationstechniken,</p> <p>können auf Basis einer gegebenen Anforderungsdefinition eine geeignete Systemarchitektur auswählen,</p> <p>können eine gegebene Systemspezifikation analysieren und eine dazu passende Softwarearchitektur (z.B. in Form eines Klassendiagramms) entwerfen,</p> <p>besitzen umfassende Kenntnisse in der Qualitätssicherung bei der Software-Erstellung und kennen Maßnahmen zur statischen sowie dynamischen Qualitätssicherung und können diese Maßnahmen durchführen,</p> <p>kennen die Aufgaben des Konfigurations-Managements und die dort verwendeten Methoden und Techniken und können diese erläutern,</p>
Inhalt:	Einleitung in das Software Engineering: Definition des Begriffs Software Engineering, Strukturierung



	<p>der Disziplin Software Engineering, grundlegende Prinzipien einer ingenieurmäßigen Software-Erstellung.</p> <p>Vorgehensmodelle für die Software-Erstellung: Definition der Phasen in der Software-Erstellung und ihrer wesentlichen Aufgaben und Resultate, Wasserfallmodell, evolutionäres Modell, inkrementelles Modell, agile Softwareentwicklung.</p> <p>Anforderungsmanagement: Ist-Analyse des Anwendungsgebiets, Aufbau des Lastenhefts, systematische Dokumentation der Anforderungen.</p> <p>Systemspezifikation: Verschiedene Techniken zur Spezifikation unterschiedlicher Systemeigenschaften (Funktionen, Daten, Verhalten, Schnittstellen).</p> <p>Systementwurf: Modularisierungsprinzipien (Kohäsion, Kopplung), Architekturmuster zur Beschreibung der Strukturierung und der Verteilung eines Systems, Modellierung einer Systemarchitektur.</p> <p>Softwareentwurf: Modellierung der Software-Architektur, Einsatz von Abstraktionsebenen, Entwurfsmuster, Modellierung einer Softwarearchitektur.</p> <p>Qualitätssicherung: Überblick über qualitätssichernde Maßnahmen, statische Qualitätssicherungsmaßnahmen (Review, Inspektion), systematische Testverfahren im Rahmen der dynamischen Qualitätssicherungsmaßnahmen (Black-Box-Test, White-Box-Test), Integrationstest, Organisation und Dokumentation von Tests.</p> <p>Konfigurations-Management: Aufgaben des Konfigurations-Managements, Einführung in Versionen und Konfigurationen, Umgebungen zum Konfigurations-Management.</p>
Studien-/Prüfungsleistungen:	Klausur Praktikumstestat (Zulassungsvoraussetzung zur Prüfung)
Medienformen:	Folien, Tafel, Vorführungen am Rechner
Literatur:	<p>Sommerville, I.: Software Engineering. Pearson Studium, 2012.</p> <p>Balzert, H.: Lehrbuch der Softwaretechnik 1. Spektrum Akademischer Verlag 2012.</p> <p>Oestereich, B.: Analyse und Design mit UML 2.5. De Gruyter Oldenbourg Verlag 2013.</p> <p>Brügge, B., Dutoit, A. H.: Objektorientierte Softwaretechnik mit UML, Entwurfsmustern und Java. Pearson Studium 2006.</p>

Modulbezeichnung:	<b>Spezielle Aspekte Mobiler Autonomer Systeme</b>
ggf. Kürzel:	AMS
Studiensemester:	2 (WS)
Modulverantwortlich:	Prof. Dr. C. Yuan
Sprache:	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum:	MSc Mechatronik MSc Technische Informatik MSc Elektrotechnik
Lehrformen / SWS:	Vorlesung 2 SWS, Übung und Praktikum 2 SWS
Arbeitsaufwand:	60 h Präsenz 90 h Selbststudium inklusive Prüfungsvorbereitung
Kreditpunkte:	5
Empfohlene Voraussetzungen:	Grundlegende Programmierkenntnisse
Angestrebte Lernergebnisse:	Die Studierenden erwerben vertiefende Kenntnisse über Mobile Autonome Systeme, beherrschen spezielle Verfahren und Methoden zur systematischen Analyse sowie Entwicklung und Realisierung kognitiver Fähigkeiten für mobile autonome Systeme.
Inhalt:	Kognitive und verhaltenbasierte Roboter. Umgebungsmodellierung und räumliche Kognition. Navigation Radfahrzeug in unbekannter Umgebung. Navigation Humanoid-Roboter in dynamischer Umgebung. Mensch-Roboter Interaktion.
Studien-/Prüfungsleistungen:	Mündliche Prüfung Praktikumsbericht (Zulassungsvoraussetzung zur Prüfung)
Medienformen:	Rechnergestützte Vorlesung mit Vorführung/Demonstration von Anwendungsbeispielen Skript und Unterlagen im Ilias Praktische Übung und Bearbeitung von Projekten im Team
Literatur:	Siegwart, R. et. al., Introduction to Autonomous Mobile Robots, MIT Press, 2010

Modulbezeichnung:	<b>Mechatronisches Forschungsprojekt</b>
ggf. Kürzel:	MF
Studiensemester:	2 (WS)
Modulverantwortlich:	Alle Lehrenden des Studiengangs
Sprache:	Deutsch oder Englisch
Zuordnung zum Curriculum:	MSc Mechatronik
Lehrformen / SWS:	Selbstständige wissenschaftliche Arbeit zu einer Themenstellung aus dem Bereich der Mechatronik
Arbeitsaufwand:	140 h Durchführung der Arbeit 40 h schriftliche Dokumentation und Fachgespräch
Kreditpunkte:	6
Empfohlene Voraussetzungen:	
Angestrebte Lernergebnisse:	Die Studierenden können für gegebene Aufgabenstellungen eigenständig das im Studium erworbene Wissen anwenden, neues Wissen erarbeiten und damit Lösungen entwickeln, Lösungen mit wissenschaftlichen Methoden konzipieren und analysieren, die Dokumentation und Präsentation der Ergebnisse wissenschaftlich erarbeiten, die Ergebnisse wissenschaftlich begründen und verteidigen, das Vorgehen für den gegebenen Zeitrahmen ergebnisorientiert planen und die Planung durchführen.
Inhalt:	Die Projektarbeit ist ein selbstständig durchgeführtes Ingenieurprojekt im Bereich der Mechatronik. Sie beinhaltet eine schriftliche Dokumentation der Ergebnisse und der angewendeten wissenschaftlichen Methoden.
Studien-/Prüfungsleistungen:	Schriftliche Dokumentation und Reflexion der Ergebnisse
Medienformen:	
Literatur:	Je nach Themenstellung

## Masterarbeit mit dem Kolloquium

Modulbezeichnung:	<b>Masterarbeit</b>
ggf. Kürzel:	MA
Studiensemester:	3 (SS)
Modulverantwortlich:	Alle Lehrenden des Studiengangs
Sprache:	Deutsch oder Englisch
Zuordnung zum Curriculum:	MSc Mechatronik
Lehrformen / SWS:	Selbstständige wissenschaftliche Arbeit zu einer Themenstellung aus dem Bereich der Mechatronik
Arbeitsaufwand:	840 h Durchführung der Arbeit mit schriftlicher Dokumentation 60 h Erstellen einer Präsentation, Vorbereitung zum Kolloquium
Kreditpunkte:	28 für Arbeit und Dokumentation, 2 für Kolloquium
Empfohlene Voraussetzungen:	
Angestrebte Lernergebnisse:	Die Studierenden können für gegebene Aufgabenstellungen eigenständig das im Studium erworbene Wissen anwenden, den Stand der Technik ableiten, untersuchen und im Sinne der Mechatronik neue interdisziplinäre Lösungsmöglichkeiten entwickeln, bewerten und auswählen, neues Wissen erarbeiten und damit Lösungen entwickeln, Lösungen mit wissenschaftlichen Methoden konzipieren, die Dokumentation und Präsentation der Ergebnisse wissenschaftlich erarbeiten, die Ergebnisse wissenschaftlich reflektieren, klassifizieren, begründen und verteidigen, das Vorgehen für den gegebenen Zeitrahmen ergebnisorientiert planen und die Planung durchführen.
Inhalt:	Die Masterarbeit ist ein selbstständig durchgeführtes Ingenieurprojekt im Bereich der Mechatronik. Sie beinhaltet eine schriftliche Dokumentation der Ergebnisse und der angewendeten wissenschaftlichen Methoden. Die Arbeit schließt ab mit einer Präsentation und mündlichen Prüfung im Kolloquium.
Studien-/Prüfungsleistungen:	Schriftliche Dokumentation der Arbeit, mündliche Prüfung im Kolloquium
Medienformen:	Werden für das Kolloquium von dem/der Studierenden gewählt
Literatur:	Je nach Themenstellung