

# Inhalt

<b>1 Pflichtmodule .....</b>	<b>2</b>
1.1 Masterarbeit .....	2
1.2 Mehrkörpersysteme .....	3
1.3 Numerische Methoden und Simulation .....	4
1.4 Produktentwicklung .....	5
1.5 Produktionsorganisation .....	6
 <b>2 Studienschwerpunkt SP Leichtbau .....</b>	 <b>7</b>
2.1 Faserverbundkunststoffe .....	7
2.2 Faserverbundtechnologie .....	8
2.3 Keramik und Metallwerkstoffe .....	9
2.4 Leichtbauprojekt .....	10
2.5 Nichtlineare Finite Elemente Methode .....	11
2.6 Strömungsdynamik .....	12
2.7 Technische Mechanik 4 - Leichtbau .....	13
2.8 Zuverlässigkeit technischer Produkte .....	14
 <b>3 Studienschwerpunkt SP Robotik .....</b>	 <b>15</b>
3.1 Angewandte Robotik .....	15
3.2 Autonome Robotik .....	16
3.3 Embedded Robotics .....	17
3.4 Maschinensicherheit, Recht und Dokumentation .....	18
3.5 Motion Control .....	19
3.6 Optics and Vision .....	20
3.7 Roboterprogrammierung - Ruhr TurtleBot Competition (Deutsche Version) .....	21
3.8 Roboterprogrammierung - Ruhr TurtleBot Competition (Englische Version) .....	22
3.9 Robotersysteme .....	23
 <b>4 Wahlpflichtmodule .....</b>	 <b>24</b>
4.1 Masterprojektarbeit .....	24

## Hinweis

Die Module in diesem Inhaltsverzeichnis können durch Anklicken direkt angesprungen werden.  
Zurück gelangen Sie durch einen Klick in die jeweilige Überschrift.

Ggf. unterstützt Ihr Browser diese Funktion nicht.

## 1 Pflichtmodule

### 1.1 Masterarbeit

Masterarbeit					
<b>Kürzel:</b>	MA	<b>Workload:</b>	900 h	<b>Leistungspunkte:</b>	30
<b>Semester:</b>	4	<b>Dauer:</b>	1 Semester	<b>Häufigkeit:</b>	Nach Bedarf
<b>Lehrveranstaltungen</b>				<b>Präsenzzeit</b>	<b>Selbststudium</b>
Masterarbeit				h	900 h
<b>Lehrformen</b>					
Masterarbeit					
<b>Gruppengröße</b>					
einzeln					
<b>Qualifikationsziele</b>					
<p>Die Studierenden können erworbenes theoretisches Wissen in einen anwendungsorientierten Kontext in ihrer Disziplin anwenden. Sie beherrschen wissenschaftliche Analysemethoden und sie sind in der Lage, eine wissenschaftliche Ausarbeitung auf Master-Niveau zu erstellen (inhaltlich und sprachlich-stilistisch).</p> <p>Sie besitzen die Fähigkeit zur Problemlösung / zum interdisziplinären Arbeiten und sie können Handlungsempfehlungen formulieren.</p>					
<b>Inhalte</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Unternehmensspezifische Fragestellungen aus der betrieblichen Praxis von Unternehmen oder Forschungseinrichtungen</li> <li>- Wissenschaftlich-theoretische oder experimentelle Fragestellungen (empirische Ausarbeitung, Literaturauswertungen, Konzeptentwurf etc.)</li> </ul>					
<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>					
Pflichtmodul im Studiengang Master Maschinenbau					
Pflichtmodul im Studiengang Business Engineering					
<b>Teilnahmevoraussetzung</b>					
60 Kreditpunkte					
<b>Prüfungsformen</b>					
<b>Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten</b>					
Erfolgreiche Bearbeitung der Masterarbeit					
<b>Stellenwert der Note in der Endnote</b>					
Siehe Prüfungsordnung					
<b>Hauptamtlich Lehrende(r)</b>					
Alle Professorinnen und Professoren des Fachbereichs					
<b>Modulbeauftragte(r)</b>					
Alle Professorinnen und Professoren des Fachbereichs					
<b>Sonstige Informationen</b>					

## 1.2 Mehrkörpersysteme

Mehrkörpersysteme					
Multi Body Systems					
Kürzel:	MKS	Workload:	180 h	Leistungspunkte:	6
Semester:	1	Dauer:	Semester	Häufigkeit:	Regelmäßig im Wintersemester
Lehrveranstaltungen				Präsenzzeit	Selbststudium
2 SWS Vorlesung				30 h	60 h
2 SWS Praktikum				30 h	60 h
Lehrformen					
Vorlesung, Praktikum					
Gruppengröße					
Praktikum: max. 15					
Qualifikationsziele					
Die Studierenden können eine komplexe mehrachsige Maschine oder Anlage, zum Beispiel eine Produktionsmaschine oder Industrieroboter, in ihrer mechanischen und steuerungstechnischen Funktionsweise umfassend bewerten, indem sie diese Geräte analysieren und simulieren oder neu entwerfen und auslegen, einerseits durch Berechnungen des Betriebsverhaltens der Maschine mit Mehrkörpersimulationen, andererseits durch Vermessungen mit hochwertigen Messsystemen.					
Inhalte					
Theorie und Systematik der Mehrkörpersimulation, Aufbau und Funktion von Mehrkörpersystemen am Beispiel von Produktionsmaschinen und Industrierobotern: Konstruktive Gesamtentwicklung, Steuerungstechnischer Aufbau, Mehrkörpersimulationen, Bauteilbeispiele und Einsatzgebiete. Praktischer Teil: Einführung und Anwendung in ein Programmsystem der Mehrkörpersimulation (NX), Entwicklung und Simulation sowie Vermessung eines Mehrkörpersystems					
Verwendbarkeit des Moduls					
Pflichtmodul im Studiengang Master Maschinenbau					
Teilnahmevoraussetzung					
Grundkenntnisse in mechatronischen Systemen, elektrischer Antriebstechnik und Regelungstechnik					
Prüfungsformen					
Klausur					
Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten					
Erfolgreiches Bestehen der Modulprüfung und des Praktikums					
Stellenwert der Note in der Endnote					
Siehe Prüfungsordnung					
Hauptamtlich Lehrende(r)					
Prof. Dr. P. Kerstiens					
Modulbeauftragte(r)					
Prof. Dr. P. Kerstiens					
Sonstige Informationen					
Literatur:					
Christian Brecher, Manfred Weck: Werkzeugmaschinen Fertigungssysteme 2: Konstruktion, Berechnung und messtechnische Beurteilung, 9. Auflage 2017, Springer-Verlag, ISBN 3-662-46566-3					
Groß, Hamann, Wiegärtner: Elektrische Vorschubantriebe in der Automatisierungstechnik, Publicis Corporate Publishing, Erlangen 2006, ISBN 3-89578-278-5					
Groß, Hamann, Wiegärtner: Technik elektrischer Vorschubantriebe in der Fertigungs- und Automatisierungstechnik, Publicis Corporate Publishing, 2006, ISBN 3-89578-149-5					
Georg Rill, Thomas Schaeffer: Grundlagen und Methodik der Mehrkörpersimulation, 1. Auflage 2010, Vieweg+Teubner-Verlag 2010, ISBN 978-3-8348-0888-2					
Unterrichtssprache: deutsch					

### 1.3 Numerische Methoden und Simulation

Numerische Methoden und Simulation					
<b>Kürzel:</b>	NMS	<b>Workload:</b>	180 h	<b>Leistungspunkte:</b>	6
<b>Semester:</b>	1	<b>Dauer:</b>	Semester	<b>Häufigkeit:</b>	Regelmäßig im Wintersemester
<b>Lehrveranstaltungen</b>				<b>Präsenzzeit</b>	<b>Selbststudium</b>
3 SWS Vorlesung				45 h	90 h
1 SWS Übung				15 h	30 h
<b>Lehrformen</b>					
Vorlesung, Übung					
<b>Gruppengröße</b>					
Vorlesung: Begrenzung der Gruppenstärke laut Aushang					
Übung: 30					
<b>Qualifikationsziele</b>					
Die TeilnehmerInnen können einfache Simulationen anhand vorgegebener Modellannahmen und Randbedingungen erstellen, indem sie ausgewählte Verfahren der Numerischen Mathematik einsetzen, Simulink-Modelle aus Bibliotheksblöcken erstellen, mathemat. Zusammenhänge in der Sprache Modelica beschreiben, Monte-Carlo Simulationen erstellen, um später Problemstellungen aus verschiedensten technischen Bereichen effizient in Simulationen umsetzen zu können.					
<b>Inhalte</b>					
Numerische Methoden: Darstellung von Zahlen mit beschränkter Genauigkeit numerische Integration und Differentiation Interpolationsverfahren numerische Lösung von Gleichungssystemen Zufallszahlen Simulation Warum Modellierung und Simulation? Dynamische/statische Simulationsmodelle Zeitkontinuierliche/-diskrete dynamische Modelle Signalorientierte Modellierung und Simulation mit Simulink Objektorientierte, gleichungsbasierte Modellierung und Simulation mit Modelica Monte-Carlo-Simulation					
<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>					
Pflichtmodul im Studiengang Master Maschinenbau					
<b>Teilnahmevoraussetzung</b>					
Keine					
<b>Prüfungsformen</b>					
Klausur					
<b>Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten</b>					
Erfolgreiches Bestehen der Modulprüfung					
<b>Stellenwert der Note in der Endnote</b>					
Siehe Prüfungsordnung					
<b>Hauptamtlich Lehrende(r)</b>					
Prof. Dr. H. Kiel					
<b>Modulbeauftragte(r)</b>					
Prof. Dr. H. Kiel					
<b>Sonstige Informationen</b>					
Die aktuelle Literatur wird zu Beginn des Moduls vom Dozenten bekanntgegeben.					
Unterrichtssprache: deutsch					

## 1.4 Produktentwicklung

Produktentwicklung					
<b>Kürzel:</b>	PRW	<b>Workload:</b>	180 h	<b>Leistungspunkte:</b>	6
<b>Semester:</b>	2	<b>Dauer:</b>	Semester	<b>Häufigkeit:</b>	Regelmäßig im Sommersemester
<b>Lehrveranstaltungen</b>				<b>Präsenzzeit</b>	<b>Selbststudium</b>
2 SWS Vorlesung				30 h	60 h
2 SWS Praktikum				30 h	60 h
<b>Lehrformen</b>					
Vorlesung, Praktikum					
<b>Gruppengröße</b>					
Vorlesung: Begrenzung der Gruppenstärke laut Aushang Praktikum: 15					
<b>Qualifikationsziele</b>					
Die Studierenden verfügen über umfassendes und spezialisiertes Wissen über den Ablauf der Produktentwicklung beginnend von der Produktplanung bis zur Finalisierung. Sie sind in der Lage, aktuelle Strategien der Produktentwicklung anzuwenden, zu analysieren und zu bewerten. Hierbei können sie die Inhalte von Grundlagenfächern anzuwenden und verknüpfen.					
<b>Inhalte</b>					
Die Studierenden beschäftigen sich mit den Themen: Prozess des Planens und Konstruierens eines Produktes; Lösungs- und Beurteilungsmethoden in der Produktentwicklung; Methoden zum Konzipieren, Entwerfen und Ausarbeiten von Produktentwürfen; Baureihen und Baukästen; Standardisierungsmethoden; Qualitätssicherung als Teil der Produktentwicklung; Wertanalyse; Kostenerkennung in der Entwicklung.					
Die Studierenden bearbeiten in selbstgewählten Teams komplexe Aufgabenstellungen in der Baureihenentwicklung, Konstruktionssystematik, Wertanalyse,					
<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>					
Pflichtmodul im Studiengang Master Maschinenbau					
<b>Teilnahmevoraussetzung</b>					
Keine					
<b>Prüfungsformen</b>					
Klausur					
<b>Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten</b>					
Erfolgreiches Bestehen der Modulprüfung und des Praktikums					
<b>Stellenwert der Note in der Endnote</b>					
Siehe Prüfungsordnung					
<b>Hauptamtlich Lehrende(r)</b>					
Prof. Dr. M. Wendland					
<b>Modulbeauftragte(r)</b>					
Prof. Dr. M. Wendland					
<b>Sonstige Informationen</b>					
Literatur: Pahl/Beitz: "Konstruktionslehre", Springerverlag Koller: "Konstruktionslehre für den Maschinenbau", Springerverlag Ehrlenspiel: "Integrierte Produktentwicklung", Hansa Verlag Ehrlenspiel: "Kostengünstig Entwickeln und Konstruieren", Springerverlag					
Unterrichtssprache: deutsch					

## 1.5 Produktionsorganisation

Produktionsorganisation					
<b>Kürzel:</b>	PRO	<b>Workload:</b>	180 h	<b>Leistungspunkte:</b>	6
<b>Semester:</b>	2	<b>Dauer:</b>	1 Semester	<b>Häufigkeit:</b>	Regelmäßig im Sommersemester
<b>Lehrveranstaltungen</b>				<b>Präsenzzeit</b>	<b>Selbststudium</b>
2 SWS Vorlesung				45 h	90 h
2 SWS Übung				15 h	30 h
<b>Lehrformen</b>					
Vorlesung, Übung					
<b>Gruppengröße</b>					
Übung: Max. 30					
<b>Qualifikationsziele</b>					
Die TeilnehmerInnen verstehen die Funktionsweisen einer modern ausgelegten Produktionsstruktur. Weiterführende Mechanismen der Produktionsplanung und -steuerung, eingebettet durch ein Produktionscontrolling sowie dem stets anstehenden Entscheidungsdilemma - die Kostenstrukturen berücksichtigend- Fremdbezug oder Eigenfertigung werden dem Studierenden vermittelt. Durch diese weitgehende Betrachtung der sich im Umfeld der eigentlichen Produktionsaktivitäten befindlichen Fragestellungen werden dem späteren Mitarbeiter des Unternehmens in die Lage versetzen einen Beitrag zu leisten bei der Entscheidungsfindung innerhalb strategisch angelegter Projekte.					
<b>Inhalte</b>					
Sonderaspekte PPS, Eigenfertigung vs. Fremdbezug, Produktionscontrolling, Kennzahlen Produktionsformen, Lean Produktion, Wertstromanalyse, SMED, TPM					
<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>					
Pflichtmodul im Studiengang Master Maschinenbau Pflichtmodul im Studiengang Business Engineering					
<b>Teilnahmevoraussetzung</b>					
Keine					
<b>Prüfungsformen</b>					
Klausur					
<b>Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten</b>					
Erfolgreiches Bestehen der Modulprüfung					
<b>Stellenwert der Note in der Endnote</b>					
Siehe Prüfungsordnung					
<b>Hauptamtlich Lehrende(r)</b>					
Prof. Dr. A. Besse					
<b>Modulbeauftragte(r)</b>					
Prof. Dr. A. Besse					
<b>Sonstige Informationen</b>					
Literatur: 1."Produktionscontrolling", Juliane Gottmann; 2016 Gabler 2. "Mitarbeiter führen mit Kennzahlen, Attention leadership", Gunhild Posselt; 2014, Gabler 3. "Eigenfertigung oder Fremdbezug", Manuel Jentsch; 2010, VDM 4. "Produktionsplanung und -steuerung", Schuh/ Stich; 2012, Springer 5. "Das synchrone Produktionssystem", Takeda, Hitoshi; Verlag moderne industrie 6. "Das System der mixed Production", Takeda, Hitoshi; Verlag moderne industrie 7. "Automation ohne Verschwendung", Takeda, Hitoshi; Verlag moderne industrie  Unterrichtssprache: Deutsch					

## 2 Studienschwerpunkt SP Leichtbau

### 2.1 Faserverbundkunststoffe

Faserverbundkunststoffe					
<b>Kürzel:</b>	FVK	<b>Workload:</b>	180 h	<b>Leistungspunkte:</b>	6
<b>Semester:</b>	3	<b>Dauer:</b>	Semester	<b>Häufigkeit:</b>	Regelmäßig im Wintersemester
<b>Lehrveranstaltungen</b>				<b>Präsenzzeit</b>	<b>Selbststudium</b>
2 SWS Vorlesung				30 h	60 h
2 SWS Praktikum				30 h	60 h
<b>Lehrformen</b>					
Vorlesung, Praktikum					
<b>Gruppengröße</b>					
Praktikum: Maximal 15					
<b>Qualifikationsziele</b>					
Die Studierenden können Faserverbundmaterialien hinsichtlich Ihrer Eigenschaften bewerten, indem Sie die erworbenen Kenntnisse über die verwendeten Fasern und die polymeren Matrices anwenden					
<b>Inhalte</b>					
Vorlesung: Verstärkungsfasern, Matrix (Reaktionsharze, Thermoplaste), Fasern im Verbund, Verarbeitung, mechanische Prüfung					
Praktikum: Herstellung verschiedener Faserverbundmaterialien, Probenherstellung, Messung der mechanischen Eigenschaften, Projekt					
<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>					
Pflichtmodul im Studiengang Master Maschinenbau, SP Leichtbau					
<b>Teilnahmevoraussetzung</b>					
Inhaltlich: Keine					
<b>Prüfungsformen</b>					
Vortrag					
<b>Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten</b>					
Erfolgreiches Bestehen der Modulprüfung und des Praktikums					
<b>Stellenwert der Note in der Endnote</b>					
Siehe Prüfungsordnung					
<b>Hauptamtlich Lehrende(r)</b>					
Prof. Dr. A. Springer					
<b>Modulbeauftragte(r)</b>					
Prof. Dr. A. Springer					
<b>Sonstige Informationen</b>					
Die aktuelle Literatur wird zu Beginn des Moduls von der Dozentin bekanntgegeben.					
Unterrichtssprache: Deutsch					

## **2.2 Faserverbundtechnologie**

Faserverbundtechnologie					
Kürzel:	FVT	Workload:	180 h	Leistungspunkte:	6
Semester:	3	Dauer:	Semester	Häufigkeit:	Regelmäßig im Wintersemester
Lehrveranstaltungen				Präsenzzeit	Selbststudium
2 SWS Vorlesung				30 h	60 h
2 SWS Praktikum				30 h	60 h
Lehrformen					
Vorlesung, Praktikum					
Gruppengröße					
Vorlesung: Begrenzung der Gruppenstärke laut Aushang					
Praktikum: 15					
Qualifikationsziele					
Die Studierenden können spezielle Produktionsverfahren für hochbelastbare Bauteile aus faserverstärkten Kunststoffen (CFK, AFK und GFK) bestimmen und bewerten, indem sie einen Gesamtüberblick über die Konstruktionsweisen und Fertigungstechniken sowie Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen gewonnen haben. Die Grundlagen und Kenntnisse sind später nötig für den Entwurf und die Konstruktion von hochbelasteten Leichtbauteilen für den Fahrzeugbau u.a..					
Inhalte					
Theoretischer Teil: Fertigungstechniken für Faserverbundkunststoffe: Vakuumverfahren, Autoklavmethode. Injection molding, Infusion molding, Pressen, Wickeln, Pultudieren, Tape laying, Filament placement; Zerspanen: Fräsen, Drehen, Bohren; Laser- und Wasserstrahlschneiden; Anwendungen und Zukunftsaussichten. Praktischer Teil: Auslegung und Bau einfacher Beispiele (Sandwichplatten), Gestaltung und Fertigung eines Bauteiles im Rahmen eines Projektes, Exkursion in einen Betrieb mit spezieller Fertigung.					
Verwendbarkeit des Moduls					
Pflichtmodul im Studiengang Master Maschinenbau, SP Leichtbau					
Teilnahmevoraussetzung					
Keine					
Prüfungsformen					
mündliche Prüfung					
Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten					
Erfolgreiches Bestehen der Modulprüfung und des Praktikums					
Stellenwert der Note in der Endnote					
Siehe Prüfungsordnung					
Hauptamtlich Lehrende(r)					
Prof. Dr. P. Kerstiens					
Modulbeauftragte(r)					
Prof. Dr. P. Kerstiens					
Sonstige Informationen					
Literatur:					
Gottfried Wilhelm Ehrenstein: Faserverbundkunststoffe: Werkstoffe-Verarbeitung-Eigenschaften, Carl Hanser Verlag, 2.Auflage 2006, ISBN 3-446-22716-4					
R&G Faserverbundwerkstoffe GMBH Wildenbruch: Faserverbundwerkstoffe, Eigenverlag 2012					
Roland Berger Consultants, VDMA: Series production of high-strength composites, Study 2012					
Unterrichtssprache: deutsch					



## 2.3 Keramik und Metallwerkstoffe

### Keramik und Metallwerkstoffe

Engineering Ceramics and Metallic Materials

<b>Kürzel:</b>	KMR	<b>Workload:</b>	180 h	<b>Leistungspunkte:</b>	6
<b>Semester:</b>	2	<b>Dauer:</b>	Semester	<b>Häufigkeit:</b>	Regelmäßig im Sommersemester

Lehrveranstaltungen	Präsenzzeit	Selbststudium
2 SWS Vorlesung	30 h	60 h
2 SWS Praktikum	30 h	60 h

#### Lehrformen

Vorlesung, Praktikum

#### Gruppengröße

Praktikum: Max. 15

#### Qualifikationsziele

Die TeilnehmerInnen können ausgehend vom Aufbau der Werkstoffe, die Gebrauchs- und Fertigungseigenschaften dieser verstehen und interpretieren, indem sie konventionelle Leichtmetalle (Dichte kleiner als 4,5 g/cm<sup>3</sup>; Al, Mg, Ti, ...) und deren Legierungen, Ingenieurkeramiken (u.a. Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>, SiC, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, ZrO<sub>2</sub>) und HSD-Stähle ("massiver Leichtbau") kennen, das mechanische Versagen dieser sehr unterschiedlichen Leichtbauwerkstoffe verstehen, die werkstoffkundlichen Kenntnisse vertiefen und erweitern, unterschiedliche Leichtbaukonzepte / -strategien (u.a. Stoffleichtbau) und Leichtbauweisen erlernen, um später die Fähigkeiten auf andere Module des Studiums (Leichtbau für Maschinenbau, Leichtbauprojekte, Produktentwicklung) anzuwenden und um eine anforderungsgerechte Werkstoffauswahl für den Einsatz im Maschinen- und Anlagenbau zu treffen.

#### Inhalte

Vorlesung:

Metallische sowie nichtmetallische Struktur, respektive Funktionswerkstoffe sind als Konstruktionsträger für die materielle Umsetzung einer konstruktiven Idee unabdingbar. Hinsichtlich eines ganzheitlichen Leichtbaus stellt der Werkstoffleichtbau ein wesentliches Prinzip dar. Im Rahmen dieser Lehrveranstaltung werden konventionelle Leichtmetalle (Ti, Al, Mg) ebenso behandelt wie Ingenieurkeramiken (Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>, SiC, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, ZrO<sub>2</sub>) und hochfeste Leichtbaustähle (Mn-Al-Si-C-Stähle; metallphysikalische Mechanismen der Festigkeitssteigerung und Kristallplastizität: m-TRIP (multiple Transformation Induced Plasticity), TWIP (Twinning Induced Plasticity) und SIP (Shear Band Induced Plasticity)).

Praktikum:

Anfertigung einer individuellen wissenschaftlichen Arbeit

#### Verwendbarkeit des Moduls

Pflichtmodul im Studiengang Master Maschinenbau, SP Leichtbau

#### Teilnahmevoraussetzung

Inhaltlich: GWK1, GWK2, GFT

#### Prüfungsformen

mündliche Prüfung

#### Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten

Erfolgreiches Bestehen der Modulprüfung

#### Stellenwert der Note in der Endnote

Siehe Prüfungsordnung

#### Hauptamtlich Lehrende(r)

Prof. Dr. A. Ibach

#### Modulbeauftragte(r)

Prof. Dr. A. Ibach

#### Sonstige Informationen

Lehrmittel und Literatur

A. Ibach: Vorlesungsskripte und Fragen zur Selbstkontrolle

G. Lange (Hrsg.): Systematische Beurteilung technischer Schadensfälle, WILEY-VCH, 2014 (6. Auflage)

VDEh (Hrsg.): Erscheinungsformen von Rissen und Brüchen metallischer Werkstoffe - The Appearance of Cracks and Fractures in Metallic Materials, Verlag Stahleisen, 1996 (2. Auflage)

R. Telle (Hrsg.): Keramik, Springer-Verlag, 2007 (7. Auflage)

R. Twardowski: Mikrostrukturelle Beschreibung von Verformung und Schädigung hochmanganhaltiger Stähle mit TRIP- und TWIP-Effekt, Dissertation, RWTH Aachen, 2013

Unterrichtssprache: Deutsch

## 2.4 Leichtbauprojekt

Leichtbauprojekt					
Lightweight Project					
<b>Kürzel:</b>	LPR	<b>Workload:</b>	180 h	<b>Leistungspunkte:</b>	6
<b>Semester:</b>	3	<b>Dauer:</b>	Semester	<b>Häufigkeit:</b>	Regelmäßig im Sommersemester
Lehrveranstaltungen				Präsenzzeit	Selbststudium
2 SWS Vorlesung				30 h	60 h
2 SWS Praktikum				30 h	60 h
Lehrformen					
Vorlesung, Praktikum					
Gruppengröße					
Vorlesung: Begrenzung der Gruppenstärke laut Aushang					
Praktikum: 15					
Qualifikationsziele					
Eigenständiges, teamorientiertes Arbeiten bei der Entwicklung einer Leichtbaustruktur. Anwendung und kreative Umsetzung der in der Vertiefungsrichtung Leichtbau erworbenen Kompetenzen und Fähigkeiten zur Lösung von Problemstellungen aus dem Leichtbau. Kommunikation, Informationsaustausch, Anwendung von Kreativitätstechniken, Bewerten der Arbeitsergebnisse und Präsentation bei der Teamarbeit.					
Inhalte					
Produktplanung, Entwicklung, Konstruktion und Bau eines aktuellen Entwicklungsgegenstands aus dem Leichtbau als Teamarbeit. Anwendung von Optimierungstools und Simulationssoftware. Fertigung der Leichtbauobjekte mit modernen Herstellverfahren. Die Arbeitsergebnisse werden vor dem kompletten Jahrgang präsentiert bzw. verteidigt.					
Verwendbarkeit des Moduls					
Pflichtmodul im Studiengang Master Maschinenbau, SP Leichtbau					
Teilnahmevoraussetzung					
Inhaltlich: NMS, MLB, FVT, FEM					
Prüfungsformen					
mündliche Prüfung, Vortrag, Präsentation der Arbeitsergebnisse mit anschließender Befragung					
Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten					
Erfolgreiches Bestehen der Modulprüfung und des Praktikums					
Stellenwert der Note in der Endnote					
Siehe Prüfungsordnung					
Hauptamtlich Lehrende(r)					
Prof. Dr. A. Sauer, Prof. Dr. M. Lübbert, Prof. Dr. S. Klöcker, Prof. Dr. P. Kerstiens, Prof. Dr. M. Seiler					
Modulbeauftragte(r)					
Prof. Dr. M. Seiler					
Sonstige Informationen					
Die aktuelle Literatur wird zu Beginn des Moduls vom Dozenten bekanntgegeben.					
Unterrichtssprache: Deutsch					

## 2.5 Nichtlineare Finite Elemente Methode

### Nichtlineare Finite Elemente Methode

Nonlinear Finite Element Method

<b>Kürzel:</b>	NFE	<b>Workload:</b>	180 h	<b>Leistungspunkte:</b>	6
<b>Semester:</b>	3	<b>Dauer:</b>	Semester	<b>Häufigkeit:</b>	Regelmäßig im Wintersemester

Lehrveranstaltungen	Präsenzzeit	Selbststudium
2 SWS Vorlesung	30 h	60 h
2 SWS Praktikum	30 h	60 h

#### Lehrformen

Vorlesung, Praktikum

#### Gruppengröße

Praktikum: 15

#### Qualifikationsziele

Die Studierenden verstehen umfassend und detailliert das Prinzip der Modellbildung bei der Finite Element Methode für nichtlineare Systeme bzw. Berechnungen. Sie sind in der Lage, die grundlegenden Ansätze im nichtlinearen Bereich zu erklären, aufzuzeigen und praktisch am Rechner mit einer umfangreichen FE-Software umzusetzen, mit besonderem Fokus auf die Besonderheiten beim Pre- und Post-Processing, der abschließenden Bewertung und Dokumentation bzw. Diskussion mit Fachleuten.

#### Inhalte

Vorlesung:

Modellbildung für: nicht-lineares Werkstoffverhalten, bleibende Verformungen und Fließen, große Verformungen, Beulen, Kontaktprobleme, Laminare, Transiente Analysen, Strukturoptimierung,

Praktikum:

Anwendung der FEM auf die o.g. nicht-linearen Problemstellungen (Pro-/ Post-Processing, Solver-Auswahl, Datentransfer, Ergebnisinterpretation und -präsentation)

#### Verwendbarkeit des Moduls

Pflichtmodul im Studiengang Master Maschinenbau, SP Leichtbau

#### Teilnahmevoraussetzung

Inhaltlich: NMS, MLB

#### Prüfungsformen

mündliche Prüfung, Durchführung einer FE-Simulation am Rechner

#### Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten

Erfolgreiches Bestehen der Modulprüfung und des Praktikums

#### Stellenwert der Note in der Endnote

Siehe Prüfungsordnung

#### Hauptamtlich Lehrende(r)

Prof. Dr. M. Seiler

#### Modulbeauftragte(r)

Prof. Dr. M. Seiler

#### Sonstige Informationen

Die aktuelle Literatur wird zu Beginn des Moduls vom Dozenten bekanntgegeben.

Unterrichtssprache: deutsch

## 2.6 Strömungsdynamik

### Strömungsdynamik

Fluid Dynamics					
<b>Kürzel:</b>	SDY	<b>Workload:</b>	180 h	<b>Leistungspunkte:</b>	6
<b>Semester:</b>	2	<b>Dauer:</b>	Semester	<b>Häufigkeit:</b>	Regelmäßig im Sommersemester
<b>Lehrveranstaltungen</b>				<b>Präsenzzeit</b>	<b>Selbststudium</b>
2 SWS Vorlesung				30 h	60 h
2 SWS Praktikum				30 h	60 h
<b>Lehrformen</b>					
Vorlesung, Praktikum					
<b>Gruppengröße</b>					
Praktikum: Max .15					
<b>Qualifikationsziele</b>					
Die TeilnehmerInnen können Problemstellungen der Strömungslehre analysieren und interpretieren, indem sie ausgewählte Verfahren der Strömungslehre (Statik und Dynamik) anwenden und die Ergebnisse vertreten, erweiterte Modelle verschiedener Strömungen anwenden, technische Problemstellungen weiterentwickeln und Strömungsmodelle bewerten und lösen, um später Problemstellungen aus verschiedensten Bereichen der Strömungsphysik effizient berechnen und Lösungen zu realisieren.					
<b>Inhalte</b>					
Vorlesung: Mathematische Vertiefung komplexer Vektoroperationen und partieller Differentialgleichungen, Spezialisierung mechanischer Prinzipien auf die Hydrostatik, Physik der Strömungsmechanik, Herleitung und Anwendung der stationären und instationären Kontinuitätsgleichung, Eulergleichung idealer Fluide, Herleitung und Interpretation der Navier-Stokes-Gleichung					
Praktikum: Simulation von Strömungsproblemen aus technischen Fragestellungen, Messungen und Auswertungen am Turbinenprüfstand					
<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>					
Pflichtmodul im Studiengang Master Maschinenbau, SP Leichtbau					
<b>Teilnahmevoraussetzung</b>					
Inhaltlich: Technische Mechanik 1-3; Mathematik 1,2					
<b>Prüfungsformen</b>					
Klausur					
<b>Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten</b>					
Erfolgreiches Bestehen der Modulprüfung und des Praktikums					
<b>Stellenwert der Note in der Endnote</b>					
Siehe Prüfungsordnung					
<b>Hauptamtlich Lehrende(r)</b>					
Prof. Dr. F.-J. Peitzmann					
<b>Modulbeauftragte(r)</b>					
Prof. Dr. F.-J. Peitzmann					
<b>Sonstige Informationen</b>					
Literatur: Douglas, J.F. "Fluid Mechanics", Pearson-Studium; Iben, Iben, "Starthilfe Strömungslehre", Teubner Verlag; Kümmel, W. "Technische Strömungsmechanik"					
Unterrichtssprache: Deutsch					

## 2.7 Technische Mechanik 4 - Leichtbau

Technische Mechanik 4 - Leichtbau					
Technical Mechanics 4 - Lightweight Construction					
<b>Kürzel:</b>	TME4	<b>Workload:</b>	180 h	<b>Leistungspunkte:</b>	6
<b>Semester:</b>	1	<b>Dauer:</b>	Semester	<b>Häufigkeit:</b>	Regelmäßig im Wintersemester
<b>Lehrveranstaltungen</b>				<b>Präsenzzeit</b>	<b>Selbststudium</b>
2 SWS Vorlesung				30 h	60 h
2 SWS Praktikum				30 h	60 h
<b>Lehrformen</b>					
Vorlesung, Praktikum					
<b>Gruppengröße</b>					
Praktikum: Max. 15					
<b>Qualifikationsziele</b>					
Die Studierende beherrschen die Leichtbauprinzipien der höheren technischen Mechanik und berücksichtigen bei der Auslegung von Leichtbaustrukturen auch wirtschaftliche Aspekte.					
<b>Inhalte</b>					
<ul style="list-style-type: none"><li>- Kraftpfade,</li><li>- Seillinie und deren Invertierung,</li><li>- Flächentragwerke (Scheiben-Platten-Schalen),</li><li>- Stoffgesetz von isotropen bis hochgradig anisotropen Werkstoffen,</li><li>- klassische Laminattheorie CLT,</li><li>- Wirtschaftliche Aspekte des Leichtbaus,</li></ul>					
Praktikum: Kennenlernen und anwenden von der algorithmenbasierte Modellierung mit Synera. Synera ist eine Low-Code-Engineering-Plattform für die vollständige Automatisierung des CAE-Prozesses. Die Studierende können die visuelle Programmierungsumgebung nutzen, um wiederkehrende Aufgaben in der Konstruktion und Berechnung zu automatisieren und wenden dies selbständig an einen Anwendungsfall an.					
<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>					
Pflichtmodul im Studiengang Master Maschinenbau, SP Leichtbau					
<b>Teilnahmevoraussetzung</b>					
Inhaltlich:					
<b>Prüfungsformen</b>					
mündliche Prüfung					
<b>Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten</b>					
Erfolgreiches Bestehen der Modulprüfung und des Praktikums					
<b>Stellenwert der Note in der Endnote</b>					
Siehe Prüfungsordnung					
<b>Hauptamtlich Lehrende(r)</b>					
Prof. Dr. A. Sauer					
<b>Modulbeauftragte(r)</b>					
Prof. Dr. A. Sauer					
<b>Sonstige Informationen</b>					
Literatur:					
A. Sauer: Bionik in der Strukturoptimierung - Praxishandbuch für ressourceneffizienten Leichtbau, Vogel-Fachbuchverlag					
Unterrichtssprache: Deutsch					

## 2.8 Zuverlässigkeit technischer Produkte

### Zuverlässigkeit technischer Produkte

Reliability Engineering					
<b>Kürzel:</b>	ZUV	<b>Workload:</b>	180 h	<b>Leistungspunkte:</b>	6
<b>Semester:</b>	1	<b>Dauer:</b>	1 Semester	<b>Häufigkeit:</b>	Regelmäßig im Wintersemester
<b>Lehrveranstaltungen</b>				<b>Präsenzzeit</b>	<b>Selbststudium</b>
2 SWS Vorlesung				30 h	60 h
2 SWS Praktikum				30 h	60 h
<b>Lehrformen</b>					
Vorlesung, Praktikum					
<b>Gruppengröße</b>					
Praktikum: 15					
<b>Qualifikationsziele</b>					
Die Studierenden können die Zuverlässigkeit von technischen Produkten analysieren, berechnen und gezielt im Entwurfsprozess beeinflussen. Sie sind in der Lage, etablierte Vorgehensweisen und Methoden zur frühzeitigen Entwicklung von Zuverlässigkeit bereits während der Produktentstehungsphasen anzuwenden. Die Studierenden können verschiedene Verschleiß- und Schadensmechanismen erkennen und sind befähigt, das Ermüdungsverhalten metallischer Werkstoffe anhand geeigneter Kenngrößen für einfache Bauteile zu modellieren. Sie können geeignete experimentelle Testverfahren zur Zuverlässigkeitsabsicherung auswählen, anwenden und deren Ergebnisse interpretieren.					
<b>Inhalte</b>					
<ul style="list-style-type: none"><li>- Grundlagen zur Zuverlässigkeit, Beanspruchungs- und Verschleißarten und Schadensmechanismen</li><li>- Vorgehensweisen zum allgemeinen Fehler- und Risikomanagement in Entwicklungsprozessen</li><li>- Anwenden ausgewählter Methoden zur Zuverlässigkeitsabsicherung in frühen Entwicklungsphasen, u.a. Fehlermöglichkeits- und Einflussanalyse, Fehlerbaum- und Ereignisbaumanalyse, Root-Cause-Analyse</li><li>- Auslegung von Bauteilen auf Basis der klassischen Festigkeitslehre</li><li>- Grundlagen zur Betriebsfestigkeit und Methoden zur Modellierung von Ermüdungsverhalten</li><li>- Auslegung von Bauteilen mit dem Konzept der Dauerfestigkeit</li><li>- Experimentelle Testverfahren zur Validierung der Berechnung</li><li>- Interpretation und Skalierbarkeit von Testergebnissen</li></ul>					
<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>					
Pflichtmodul im Studiengang Master Maschinenbau, SP Leichtbau					
<b>Teilnahmevoraussetzung</b>					
Inhalte der Bachelor-Module Technische Mechanik und Werkstoffkunde					
<b>Prüfungsformen</b>					
Klausur					
<b>Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten</b>					
Erfolgreiches Bestehen der Modulprüfung und der Praktika					
<b>Stellenwert der Note in der Endnote</b>					
Siehe Prüfungsordnung					
<b>Hauptamtlich Lehrende(r)</b>					
Prof. Dr. M. Wendland					
<b>Modulbeauftragte(r)</b>					
Prof. Dr. M. Wendland					
<b>Sonstige Informationen</b>					
Die aktuelle Literatur wird zu Beginn des Moduls vom Dozenten bekanntgegeben.					
Unterrichtssprache: deutsch					

### 3 Studienschwerpunkt SP Robotik

#### 3.1 Angewandte Robotik

Angewandte Robotik					
Applied robotics					
Kürzel:	ANR	Workload:	180 h	Leistungspunkte:	6
Semester:	1	Dauer:	1 Semester	Häufigkeit:	Regelmäßig im Wintersemester
Lehrveranstaltungen				Präsenzzeit	Selbststudium
2 SWS Vorlesung				30 h	60 h
2 SWS Übung				30 h	60 h
Lehrformen					
Vorlesung, Übung					
Gruppengröße					
Übung: Maximal 20					
Qualifikationsziele					
Die Studierenden kennen die verschiedenen Arten von Robotern und können für den betriebswirtschaftlich sinnvollen Einsatz die richtige Roboterart auswählen und nachweisen. Sie sind weiter in der Lage übliche Roboterarten grundlegend zu programmieren und in Betrieb zu nehmen. Sie beherrschen dabei sowohl die realen Prozesse am echten Roboter, wie auch die entsprechenden virtuellen Prozesse im Simulationsprogramm, incl der Offline-Programmierung. Weitergehende Werkzeuge wie Greifer und Schweissanwendungen werden gezeigt und geschult. Auch die Gestaltung und Nutzung der Sicherheitselemente für Roboterzellen werden vermittelt.					
Inhalte					
<ul style="list-style-type: none"><li>- Arten, Funktion, Auswahl und Einsatzmöglichkeiten von Industrierobotern, sowie der betriebswirtschaftliche Nutzen</li><li>- Bewegen und Programmierung von Industrierobotern</li><li>- Peripheriegeräte von Industrierobotern (Manipulatoren, Greifer, usw.)</li><li>- Inbetriebnahme von Industrierobotern</li><li>- Simulation und Offline-Programmierung von Industrierobotern</li><li>- Integration von Robotern in Produktionslinien und deren Haupt-Werkzeuge</li><li>- Sicherheitstechnik und Arbeitsschutz</li><li>- Zukunftsrichtungen der Robotertechnik</li></ul>					
Verwendbarkeit des Moduls					
Pflichtmodul im Studiengang Master Maschinenbau, SP Robotik					
Pflichtmodul im Studiengang Business Engineering					
Teilnahmevoraussetzung					
Keine					
Prüfungsformen					
mündliche Prüfung, schriftliche Ausarbeitung					
Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten					
Erfolgreiches Bestehen der Modulprüfung					
Stellenwert der Note in der Endnote					
Siehe Prüfungsordnung					
Hauptamtlich Lehrende(r)					
Prof. Dr. T. Naber					
Modulbeauftragte(r)					
Prof. Dr. T. Naber					
Sonstige Informationen					
Die aktuelle Literatur wird zu Beginn des Moduls vom Dozenten bekanntgegeben.					
Unterrichtssprache: Deutsch					

### 3.2 Autonome Robotik

Autonome Robotik					
Autonomous Robotics					
<b>Kürzel:</b>	ARO	<b>Workload:</b>	180 h	<b>Leistungspunkte:</b>	6
<b>Semester:</b>	3	<b>Dauer:</b>	Semester	<b>Häufigkeit:</b>	Regelmäßig im Wintersemester
<b>Lehrveranstaltungen</b>				<b>Präsenzzeit</b>	<b>Selbststudium</b>
2 SWS Vorlesung				30 h	60 h
2 SWS Praktikum				30 h	60 h
<b>Lehrformen</b>					
Vorlesung, Praktikum					
<b>Gruppengröße</b>					
Praktikum: Maximal 15 Tln.					
<b>Qualifikationsziele</b>					
Die Teilnehmer lernen sich selbständig den aktuellen Stand der Entwicklung autonomer Roboter zu erarbeiten, gesellschaftliche Entwicklungen zu antizipieren und daraus branchenspezifisch autonome robotische Systeme zu konzipieren und Entwicklungsroadmaps zu entwerfen.					
<b>Inhalte</b>					
Definition Autonomie, typische Anwendungen und Vorgehensweisen, Stand der Technik und Stand der Wissenschaft, ethische Fragen autonomer Roboter, Autonomie Level, Kontrollarchitekturen (High-Level und Low-Level), Aufgabenerkennung und -verteilung, Schwarmsysteme, Redundanzen, Fortbewegungsmethoden, Mensch-Maschine-Nachgiebigkeit durch Mechanik bzw. Kontrolle, spezifische Sensorik, Navigation, Wegplanung, Hindernisvermeidung, Selbstlokalisierung und Kartierung, Bioroboter, Technologie-Prognosen, Bedarfsanalysen, Branchenanalysen, Entwicklungsroadmaps					
<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>					
Pflichtmodul im Studiengang Master Maschinenbau, SP Robotik					
<b>Teilnahmevoraussetzung</b>					
Inhaltlich werden Sprachkenntnisse in Englisch empfohlen					
<b>Prüfungsformen</b>					
Vortrag, schriftliche Ausarbeitung, Die genauen Anforderungen werden zu Semesterbeginn durch den Prüfer/die Prüferin bekannt gegeben.					
<b>Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten</b>					
Erfolgreiches Bestehen der Modulprüfung und des Praktikums					
<b>Stellenwert der Note in der Endnote</b>					
Siehe Prüfungsordnung					
<b>Hauptamtlich Lehrende(r)</b>					
Prof. Dr. T. Seidl					
<b>Modulbeauftragte(r)</b>					
Prof. Dr. T. Seidl					
<b>Sonstige Informationen</b>					
Die aktuelle Literatur wird zu Beginn des Moduls vom Dozenten bekanntgegeben.					
Unterrichtssprache: Deutsch					



### 3.3 Embedded Robotics

Embedded Robotics					
Embedded Robotics					
<b>Kürzel:</b>	EMR	<b>Workload:</b>	180 h	<b>Leistungspunkte:</b>	6
<b>Semester:</b>	2	<b>Dauer:</b>	Semester	<b>Häufigkeit:</b>	Regelmäßig im Sommersemester
<b>Lehrveranstaltungen</b>				<b>Präsenzzeit</b>	<b>Selbststudium</b>
2 SWS Vorlesung				30 h	60 h
2 SWS Praktikum				30 h	60 h
<b>Lehrformen</b>					
Vorlesung, Praktikum					
<b>Gruppengröße</b>					
Praktikum: Maximal 15 Teilnehmer pro Gruppe					
<b>Qualifikationsziele</b>					
Die Teilnehmer sind in der Lage einen Roboterarm zu konfigurieren und zu programmieren. Sie können eine grafische Benutzerschnittstelle für das Einlernen des Roboterarm programmieren, kennen die Informations- und Befehlsübertragung im Robot Operating System (ROS) und können eine Trajektorienplanung erstellen und anwenden. Die Stud. sind in der Lage mit der openCV-Bibliothek und einer 3D-Kamera den Roboter das Greifen und gezielte Ablegen von Objekten beizubringen - Stichwort Auge-Hand-Koordination bzw. "Adaptives Handling für Roboter mittels 3D-Vision".					
<b>Inhalte</b>					
<ul style="list-style-type: none"><li>- Konfigurieren des Robot Operating Systems</li><li>- Python Skripte zur Steuerung des Roboters codieren</li><li>- MoveIt! - Tool zur Trajektorienplanung</li><li>- Bildverarbeitung mit openCV</li><li>- 3D-Kamera (Orbbec-Astra) als adaptive Auge-Hand Koordination um dem Cobot-Arm das Greifen von erfassten Gegenständen zu ermöglichen.</li></ul>					
<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>					
Pflichtmodul im Studiengang Master Maschinenbau, SP Robotik					
<b>Teilnahmevoraussetzung</b>					
Modul ROP, d.h. Grundkenntnisse in <ul style="list-style-type: none"><li>- Linux/Ubuntu</li><li>- ROS</li><li>- Python</li></ul>					
<b>Prüfungsformen</b>					
mündliche Prüfung, Programmierprojekt mit Präsentation					
<b>Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten</b>					
Erfolgreiches Bestehen der Modulprüfung					
<b>Stellenwert der Note in der Endnote</b>					
Siehe Prüfungsordnung					
<b>Hauptamtlich Lehrende(r)</b>					
Prof. Dr. O. Just					
<b>Modulbeauftragte(r)</b>					
Prof. Dr. O. Just					
<b>Sonstige Informationen</b>					
Die aktuelle Literatur wird zu Beginn des Moduls vom Dozenten bekanntgegeben.					
Unterricht in deutscher Sprache					

### 3.4 Maschinensicherheit, Recht und Dokumentation

Maschinensicherheit, Recht und Dokumentation					
Machine Safety, Regulations and Documentation					
<b>Kürzel:</b>	MRD	<b>Workload:</b>	180 h	<b>Leistungspunkte:</b>	6
<b>Semester:</b>	2	<b>Dauer:</b>	Semester	<b>Häufigkeit:</b>	Regelmäßig im Sommersemester
<b>Lehrveranstaltungen</b>				<b>Präsenzzeit</b>	<b>Selbststudium</b>
2 SWS Vorlesung				30 h	60 h
1 SWS Übung				15 h	30 h
1 SWS Praktikum				15 h	30 h
<b>Lehrformen</b>					
Vorlesung, Übung, Praktikum					
<b>Gruppengröße</b>					
Vorlesung & Übung: Begrenzung der Gruppenstärke laut Aushang					
Praktikum: 15					
<b>Qualifikationsziele</b>					
Die Studierenden sind in der Lage, die Sicherheitseinrichtungen beim Einsatz von Roboter-Systemen in industriellen Applikationen unter Berücksichtigung der einschlägigen Vorschriften und Normen zu konzipieren, zu evaluieren und anforderungsgerecht zu dokumentieren. Die Studierenden kennen die wesentlichen relevanten Gesetze (Maschinenrichtlinie) und Normen. Sie können normgerechte anwendungsspezifische Risikobeurteilungen erstellen und sind mit den Definitionen sowie Begriffen für den Entwurf sicherheitsbezogener elektrischer Steuerungssysteme vertraut. Auf dieser Basis sind sie in der Lage, Sicherheits-Validierungen durchzuführen und gesetzeskonform zu dokumentieren. Im Modul werden die besonderen Aspekte der sicheren Mensch-Roboter-Kollaboration (MRK) und aktuelle technische Entwicklungen in diesem Bereich berücksichtigt.					
<b>Inhalte</b>					
<ul style="list-style-type: none"><li>- Europäische Maschinenrichtlinie mit den zugehörigen einschlägigen Normen</li><li>- Konformitätserklärung (CE-Kennzeichnung) und Einbauerklärung</li><li>- Arten von Gefährdungen (EN ISO 12100) und Risikobeurteilung (EN ISO 14121)</li><li>- Roboterspezifische Sicherheitsaspekte (ISO 10218)</li><li>- Gestaltung von Sicherheitsfunktionen und Entwurf von sicherheitsbezogenen elektrischen Steuerungssystemen (EN ISO 13849)</li><li>- Auslegung und Bewertung von sicherheitsbezogenen Maschinensteuerungen mittels Software-Assistenz-System SISTEMA</li><li>- Dokumentationspflichten und deren Umsetzung</li><li>- besondere Anforderungen der Mensch-Roboter-Kollaboration in industriellen Applikationen (ISO/TS 15066)</li></ul>					
<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>					
Pflichtmodul im Studiengang Master Maschinenbau, SP Robotik					
<b>Teilnahmevoraussetzung</b>					
<b>Prüfungsformen</b>					
mündliche Prüfung					
<b>Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten</b>					
Erfolgreiches Bestehen der Modulprüfung und des Praktikums					
<b>Stellenwert der Note in der Endnote</b>					
Siehe Prüfungsordnung					
<b>Hauptamtlich Lehrende(r)</b>					
Prof. Dr. M. Bühren					
<b>Modulbeauftragte(r)</b>					
Prof. Dr. M. Bühren					
<b>Sonstige Informationen</b>					
Lehrmittel und Literatur: DGUV Information 209-074 (2015). Industrieroboter. Berlin: DGUV. DGUV Information FB HM-080 (2017). Kollaborierende Robotersysteme - Planung von Anlagen mit der Funktion "Leistungs- und Kraftbegrenzung". Berlin: DGUV. Pilz GmbH & Co. KG. (2017). Das Sicherheitskompendium - Für den Umgang mit Normen zur funktionalen Sicherheit. Ostfildern: Pilz GmbH & Co. KG. Pott, A., Dietz, T. (2019). Industrielle Robotersysteme - Entscheiderwissen für die Planung und Umsetzung wirtschaftlicher Roboterlösungen. Wiesbaden: Springer Vieweg. Software-Assistent SISTEMA - Bewertung von sicherheitsbezogenen Maschinensteuerungen nach DIN EN ISO 13849, <a href="https://www.dguv.de/ifa/praxishilfen/praxishilfen-maschinenschutz/software-sistema/index.jsp">https://www.dguv.de/ifa/praxishilfen/praxishilfen-maschinenschutz/software-sistema/index.jsp</a> Zickert, G. (2019). Elektrokonstruktion - Gestaltung, Schaltpläne und Engineering in EPLAN (5. Aufl.). München: Carl Hanser Verlag.					

### 3.5 Motion Control

Motion Control					
Motion Control					
<b>Kürzel:</b>	MOC	<b>Workload:</b>	180 h	<b>Leistungspunkte:</b>	6
<b>Semester:</b>	3	<b>Dauer:</b>	Semester	<b>Häufigkeit:</b>	Regelmäßig im Wintersemester
<b>Lehrveranstaltungen</b>				<b>Präsenzzeit</b>	<b>Selbststudium</b>
2 SWS Vorlesung				30 h	60 h
2 SWS Praktikum				30 h	60 h
<b>Lehrformen</b>					
Vorlesung, Praktikum					
<b>Gruppengröße</b>					
Praktikum: Maximal 15 Tln.					
<b>Qualifikationsziele</b>					
Die Studierenden können hochwertige Antriebssysteme entwerfen, indem sie mit den klassischen und modernen Methoden der Regelungstechnik die Systeme analysieren und darauf basierende Konzepte anhand von Computersimulationen überprüfen. Sie können insbesondere auch Regelungen für schwach gedämpfte und hochdynamische Antriebssysteme entwickeln, um später moderne Antriebssysteme zu evaluieren, wie sie in Produktionsanlagen, Werkzeugmaschinen, Robotern und Elektro-Fahrzeugen zum Einsatz kommen.					
<b>Inhalte</b>					
hochwertige Einzel- und Mehrmotorantriebe in hochdynamischen und schwingungsfähigen mechatronischen Systemen, moderne Methoden der Regelungstechnik (Wurzelortskurvenverfahren, Zustandsregelung und Beobachter), Mehrkörpersimulation geregelter Bewegungssysteme					
<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>					
Pflichtmodul im Studiengang Master Maschinenbau, SP Robotik					
<b>Teilnahmevoraussetzung</b>					
Keine					
<b>Prüfungsformen</b>					
mündliche Prüfung					
<b>Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten</b>					
Erfolgreiches Bestehen der Modulprüfung und des Praktikums					
<b>Stellenwert der Note in der Endnote</b>					
Siehe Prüfungsordnung					
<b>Hauptamtlich Lehrende(r)</b>					
Prof. Dr. M. Bühren					
<b>Modulbeauftragte(r)</b>					
Prof. Dr. M. Bühren					
<b>Sonstige Informationen</b>					
Literatur:					
Lutz, H.; Wendt, W.: Taschenbuch der Regelungstechnik mit Matlab und Simulink. Frankfurt am Main, Verlag Harri Deutsch, 2019					
Schröder, D.: Elektrische Antriebe - Regelung von Antriebssystemen. Berlin Heidelberg, Springer Verlag, 2009					
Weber, W.: Industrieroboter - Methoden der Steuerung und Regelung. München, Carl Hanser Verlag, 2015					
Groß, H.; Hamann, J.; Wiegärtner, G.: Elektrische Vorschubantriebe in der Automatisierungstechnik. Erlangen, Publicis Corporate, 2006					
Unterrichtssprache: Deutsch					

### 3.6 Optics and Vision

Optics and Vision					
Optics and Vision					
<b>Kürzel:</b>	OVI	<b>Workload:</b>	180 h	<b>Leistungspunkte:</b>	6
<b>Semester:</b>	3	<b>Dauer:</b>	Semester	<b>Häufigkeit:</b>	Regelmäßig im Wintersemester
<b>Lehrveranstaltungen</b>				<b>Präsenzzeit</b>	<b>Selbststudium</b>
2 SWS Vorlesung				30 h	60 h
2 SWS Praktikum				30 h	60 h
<b>Lehrformen</b>					
Vorlesung, Praktikum					
<b>Gruppengröße</b>					
Praktikum: Maximal 15 Tln.					
<b>Qualifikationsziele</b>					
Die Studierenden werden durch umfassendes und spezialisiertes Wissen der Optik in die Lage versetzt, Problemstellungen der industriellen Bildverarbeitung systematisch zu analysieren und Lösungen zu entwickeln. Sie beherrschen die Beleuchtungs- und Bildaufnahmetechnik, Signalverarbeitung und die Anwendung von intelligenten Industriekameras nach Stand der Technik. Die Studierenden vertreten Ihre Lösungen vor Fachleuten und können diese auf wissenschaftlichem Niveau diskutieren. Sie fördern gezielt die fachliche Entwicklung anderer auf dem neuesten Erkenntnisstand.					
<b>Inhalte</b>					
Vorlesung: Optik-Grundlagen, Zentralperspektive, Optische Eigenschaften von Werkstoffen (Absorptions-, Reflexions- und Transmissionsverhalten, Beleuchtungstechnik, Bildaufnahmesysteme (CCD, CMOS, Laserscanner usw.), Triangulation, Tomografie usw.). Abtastung, Pixel, Voxel, räumliche und zeitliche Auflösung, Dynamik, Quantisierung, Histogramm, diskrete Faltung, Fast-Fourier-Transformation (FFT). Bildvorverarbeitung, Histogrammausgleich, Filter, Rauschunterdrückung, Median, Unsharp Maskening, Matchingverfahren, geometrische Transformationen (Translation, Rotation, Zoom,...), Kantendetektion, Bewegungsdetektion, Transformationen zur Bildkodierung Projektion- und Rückprojektion, Visualisierung.					
Praktikum: Spezialisierte Versuche mit industriellen Kamera- und Beleuchtungssystemen zur Bearbeitung einer aktuellen Problemstellung z.B. aus der Qualitätssicherung					
<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>					
Pflichtmodul im Studiengang Master Maschinenbau, SP Robotik					
<b>Teilnahmevoraussetzung</b>					
Keine					
<b>Prüfungsformen</b>					
mündliche Prüfung					
<b>Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten</b>					
Erfolgreiches Bestehen der Modulprüfung und des Praktikums					
<b>Stellenwert der Note in der Endnote</b>					
Siehe Prüfungsordnung					
<b>Hauptamtlich Lehrende(r)</b>					
Prof. Dr. H. Toonen					
<b>Modulbeauftragte(r)</b>					
Prof. Dr. H. Toonen					
<b>Sonstige Informationen</b>					
Literatur: Jähne: "Digitale Bildverarbeitung", Springer-Verlag, ISBN 3540412603; Mayinger: "Optical Measurements - Techniques and Applications", Springer-Verlag; Seul, Sammon, O'Gorman: "Practical Algorithms for Image Analysis: description, examples and code." Online: Skript zur Vorlesung, Anleitung für Praktika, Cognex Insight Lizenz, Treiber, Open Source Programm 2D-FFT.					
Unterrichtssprache: Deutsch					

Ruhr TurtleBot Competition				
<b>Kürzel:</b>	ROP	<b>Workload:</b>	180 h	<b>Leistungspunkte:</b> 6
<b>Semester:</b>		<b>Dauer:</b>	1 Semester	<b>Häufigkeit:</b> Nach Bedarf
<b>Lehrveranstaltungen</b>			<b>Präsenzzeit</b>	<b>Selbststudium</b>
4 SWS			60 h	120 h
<b>Lehrformen</b>				
Vorlesung, Praktikum				
<b>Gruppengröße</b>				
15				
<b>Qualifikationsziele</b>				
Die Studierenden verfügen über detailliertes Wissen auf dem aktuellen Erkenntnisstand der Programmierung eines Robotersystem in ROS2.				
Sie beherrschen eigenständige anwendungs- und forschungsorientierte Problemlösungen der Roboterprogrammierung. Sie implementieren robotische Anwendungen, vertreten die Entwicklung vor einem Fachpublikum und fördern andere gezielt in diesem Fachgebiet. Sie haben die Handlungskompetenz, sich selbständig neues Wissen und Kompetenzen in diesem Bereich anzueignen und anzuwenden.				
<b>Inhalte</b>				
Einführung:				
- in Linux, Python und ROS				
Darauf aufbauend:				
- Konfigurieren des Robot Operating Systems				
- Python Skripte zur Steuerung des Roboters codieren				
- Inbetriebnahme der Roboter-Hardware (TurtleBot3),				
- Ansteuerung der Aktoren, Auslesen der Sensoren				
- autonome Navigation mit dem ROS-Navigation Stack				
- Erweiterung des TurtleBots mit einer Raspicam				
- Kamera und openCV für die Navigation nutzen				
<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>				
Pflichtmodul im Studiengang Master Maschinenbau, SP Robotik				
Wahlpflichtmodul im Studiengang Wahlmodule				
<b>Teilnahmevoraussetzung</b>				
- Kenntnis einer Programmiersprache wie z.B. C/C++ oder sogar schon Python				
- Interesse an der Programmierung von Robotern				
<b>Prüfungsformen</b>				
mündliche Prüfung, Teilnahme am Roboter-Wettbewerb mit Präsentation				
<b>Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten</b>				
Bestandene Prüfung und erfolgreiches Praktikum				
<b>Stellenwert der Note in der Endnote</b>				
Siehe Prüfungsordnung				
<b>Hauptamtlich Lehrende(r)</b>				
Prof. Dr.-Ing. O. Just				
<b>Modulbeauftragte(r)</b>				
Prof. Dr.-Ing. O. Just				
<b>Sonstige Informationen</b>				
Unterricht in deutscher Sprache, bei Bedarf auch auf Englisch.				
Seite 10 im Trikon 1/2021: <a href="http://trikon-online.w-hs.de/fileadmin/mediadaten/pdf_ausgabe/Trikon2021_1_Online_PDF.pdf">http://trikon-online.w-hs.de/fileadmin/mediadaten/pdf_ausgabe/Trikon2021_1_Online_PDF.pdf</a>				
Wahlmodul der Master-Studiengänge des Fachbereichs 06-Maschinenbau außer für den Schwerpunkt Robotik, da ist es ein Pflichtfach (1.FS. Roboterprogrammierung). Zudem wählbar für andere Hochschulen über die Ruhr-Master-School.				

### 3.8 Roboterprogrammierung - Ruhr TurtleBot Competition (Englische Version)

#### Roboterprogrammierung - Ruhr TurtleBot Competition (Englische Version)

Ruhr TurtleBot Competition					
<b>Kürzel:</b>	ROP	<b>Workload:</b>	h	<b>Leistungspunkte:</b>	
<b>Semester:</b>	1	<b>Dauer:</b>	1 Semester	<b>Häufigkeit:</b>	Regelmäßig im Wintersemester
<b>Lehrveranstaltungen</b>				<b>Präsenzzeit</b>	<b>Selbststudium</b>
				h	h
<b>Lehrformen</b>					
<b>Gruppengröße</b>					
15					
<b>Qualifikationsziele</b>					
<p>The students have detailed knowledge of the current state of knowledge of programming a robot system in ROS2.</p> <p>They master independent application and research-oriented solutions to robot programming problems. They implement robotic applications, present the development to a specialist audience and promote others in this specialist field. this specialist area. They have the competence to independently acquire and apply new knowledge and skills in this field. and apply them.</p>					
<b>Inhalte</b>					
<p>Introduction:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- in Linux, Python and ROS2</li> </ul> <p>Building on this:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Configuring the Robot Operating System</li> <li>- Coding Python scripts to control the robot</li> <li>- Commissioning the robot hardware (TurtleBot3),</li> <li>- Controlling the actuators, reading out the sensors</li> <li>- Autonomous navigation with the ROS2 navigation stack</li> <li>- Extension of the TurtleBot with a Raspicam</li> <li>- Using the camera and openCV for navigation</li> </ul>					
<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>					
Pflichtmodul im Studiengang Master Maschinenbau, SP Robotik					
<b>Teilnahmevoraussetzung</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Knowledge of a programming language such as C/C++ or even Python</li> <li>- Interest in programming robots</li> </ul>					
<b>Prüfungsformen</b>					
participation in the robot competition with presentation					
<b>Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten</b>					
Passed examination and successful internship					
<b>Stellenwert der Note in der Endnote</b>					
See examination regulations					
<b>Hauptamtlich Lehrende(r)</b>					
Prof. Dr.-Ing. O. Just					
<b>Modulbeauftragte(r)</b>					
Prof. Dr.-Ing. O. Just					
<b>Sonstige Informationen</b>					
Lessons in German, also in English if required.					
<p>Page 10 in Trikon-Magazine 1/2021:  <a href="http://trikon-online.w-hs.de/fileadmin/mediadaten/pdf_ausgabe/Trikon2021_1_Online_PDF.pdf">http://trikon-online.w-hs.de/fileadmin/mediadaten/pdf_ausgabe/Trikon2021_1_Online_PDF.pdf</a> </p>					

### 3.9 Robotersysteme

Robotersysteme					
Robot Systems					
<b>Kürzel:</b>	RSY	<b>Workload:</b>	180 h	<b>Leistungspunkte:</b>	6
<b>Semester:</b>	3	<b>Dauer:</b>	Semester	<b>Häufigkeit:</b>	Regelmäßig im Wintersemester
<b>Lehrveranstaltungen</b>				<b>Präsenzzeit</b>	<b>Selbststudium</b>
2 SWS Vorlesung				30 h	60 h
2 SWS Praktikum				30 h	60 h
<b>Lehrformen</b>					
Vorlesung, Praktikum					
<b>Gruppengröße</b>					
Praktikum: Maximal 15 Teilnehmer					
<b>Qualifikationsziele</b>					
Die Studierenden entwerfen selbstständig die Kommunikation, Navigation, Kinematik und Pfadplanung für ein Multirobot-System. Sie entwickeln die Anforderungen, die mathematischen Modelle und die nötige Software mit gängigen industriellen und wissenschaftlichen Tools für mobile Robotikanwendungen. Damit erlangen die Studierenden die Kompetenzen, um in der Vertiefungsrichtung komplexe Robotersysteme zu entwickeln und in Betrieb zu nehmen.					
<b>Inhalte</b>					
Vorlesung: Berechnung und Optimierung der Roboterkinematik, Dynamikmodellierung, Positionsregelung, Orientierungsberechnung, Koordinatentransformation für mobile Robotersysteme, multiple Roboterinteraktion bei Schwarmrobotern, Kollisionsvermeidung bei festen und beweglichen Kollisionsgegner, Auswertung und Bewertung verschiedener Sensorsignale Praktikum: Projektartige Bearbeitung einer komplexen Aufgabenstellung zur Roboterkinematik-, Orientierung oder Interaktion basierend auf der KUKA-youBot Plattform. Entwicklung eigener Lösungsstrategien in einem Entwicklungsteam					
<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>					
Pflichtmodul im Studiengang Master Maschinenbau, SP Robotik					
<b>Teilnahmevoraussetzung</b>					
Inhaltlich: EMR					
<b>Prüfungsformen</b>					
mündliche Prüfung					
<b>Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten</b>					
Erfolgreiches Bestehen der Modulprüfung und des Praktikums					
<b>Stellenwert der Note in der Endnote</b>					
Siehe Prüfungsordnung					
<b>Hauptamtlich Lehrende(r)</b>					
Prof. Dr. M. Maß					
<b>Modulbeauftragte(r)</b>					
Prof. Dr. M. Maß					
<b>Sonstige Informationen</b>					
Die aktuelle Literatur wird zu Beginn des Moduls vom Dozenten bekanntgegeben.					
Unterrichtssprache: Deutsch					

## 4 Wahlpflichtmodule

### 4.1 Masterprojektarbeit

Masterprojektarbeit					
<b>Kürzel:</b>	MPR	<b>Workload:</b>	h	<b>Leistungspunkte:</b>	
<b>Semester:</b>		<b>Dauer:</b>	1 Semester	<b>Häufigkeit:</b>	Nach Bedarf
<b>Lehrveranstaltungen</b>				<b>Präsenzzeit</b>	<b>Selbststudium</b>
				h	h
<b>Lehrformen</b>					
Projekt					
<b>Gruppengröße</b>					
Einzel- oder Gruppenarbeit					
<b>Qualifikationsziele</b>					
Siehe MPO					
<b>Inhalte</b>					
Siehe MPO					
<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>					
Wahlpflichtmodul im Studiengang Master Maschinenbau					
Wahlpflichtmodul im Studiengang Business Engineering					
<b>Teilnahmevoraussetzung</b>					
<b>Prüfungsformen</b>					
mündliche Prüfung, Vortrag, schriftliche Ausarbeitung					
<b>Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten</b>					
Erfolgreiche Bearbeitung der Projektarbeit					
<b>Stellenwert der Note in der Endnote</b>					
Siehe Prüfungsordnung					
<b>Hauptamtlich Lehrende(r)</b>					
Alle Professorinnen und Professoren des Fachbereichs					
<b>Modulbeauftragte(r)</b>					
Alle Professorinnen und Professoren des Fachbereichs					
<b>Sonstige Informationen</b>					
Mehrere Projektarbeiten können thematisch aufeinander aufbauen. Somit können größere Fragestellungen über mehrere Semester bearbeitet werden.					