



---

**Modulhandbuch**  
**des Masterstudiengangs Maschinenbau - Produktentwicklung**  
**mit dem Abschluss Master of Science**

---

Abkürzungserklärung zu den Lehrveranstaltungen:

- EDV-P = EDV-Praktikum
- P = Praktikum
- S = Seminar
- SU = seminaristischer Unterricht
- SV = seminaristische Vorlesung
- Ü = Übung
- V = Vorlesung

---

## Master Maschinenbau-Produktentwicklung

---

### Inhalt:

<b>1. Numerische Methoden .....</b>	<b>4</b>
<b>2. English for Specific Purposes.....</b>	<b>6</b>
2.1 English for International Purposes .....	6
2.2 Engineering Conferences .....	8
<b>3. Mehrkörpersimulation .....</b>	<b>9</b>
<b>4. CAD/PLM.....</b>	<b>10</b>
<b>5. Projektarbeit Ingenieurpraxis .....</b>	<b>12</b>
<b>6. Optimierung mechanischer Strukturen.....</b>	<b>13</b>
<b>7. Technisches Management .....</b>	<b>15</b>
<b>8. Wahlfächer der Studienschwerpunkte.....</b>	<b>16</b>
8.1 Einführung in Structural Health Monitoring .....	16
8.2 Grundlagen industrieller Laseranwendung .....	18
8.3 Höhere Technische Mechanik .....	19
8.4 Industrial Big Data.....	20
8.5 Objektorientierte Programmierung .....	22
8.6 Qualitätssicherung in der additiven Fertigung .....	23
8.7 Smart Robotics .....	24
8.8 Strömungsmesstechnik .....	26
8.9 Werkstoffauswahl und Anwendung .....	27
8.10 Ruhr Master School.....	28
<b>9. Masterabschluss.....</b>	<b>29</b>

## 1. Numerische Methoden

Numerische Methoden (MM01-NU)					
Modulnummer	Workload	Credits	Studiensem.	Häufigkeit des Angebots	Dauer
01	150h	5	Sommersemester	jährlich	1 Semester
<b>1</b>	<b>Lehrveranstaltungen</b> Numerische Methoden	<b>Kontaktzeit</b> 64h (3V 1P)	<b>Selbststudium</b> 86h	<b>geplante Gruppengröße</b> V40 P20	
<b>2</b>	<b>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen</b> Die Studierenden sind mit grundlegenden Verfahren der numerischen Mathematik vertraut und werden so in die Lage versetzt, ingenieurwissenschaftliche Probleme mit Hilfe vorhandener Algorithmen an einem Rechner zu lösen. Sie können die Lösungen der numerischen Methoden, insbesondere auch in Bezug auf die Güte einer Berechnung, beurteilen und geeignete Algorithmen auswählen.				
<b>3</b>	<b>Inhalte</b> Fehlerrechnung, numerische Lösung linearer Gleichungssysteme, nichtlineare Gleichungen (Nullstellenbestimmung), Interpolation mit Polynomen und Splines, Ausgleichsrechnung, numerische Differentiation und Integration und deren Anwendung				
<b>4</b>	<b>Lehrformen</b> Vorlesung/seminaristischer Unterricht ggf. auch als Inverted-Classroom-Veranstaltung, praktische Übungen mit und ohne Rechnerunterstützung (mit der Software MATLAB)				
<b>5</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen</b> Kenntnis der Ingenieurmathematik, Grundkenntnisse in MATLAB				
<b>6</b>	<b>Prüfungsformen</b> Klausur von 120 Minuten oder mündliche Prüfung <u>Bonusregelung:</u> Freiwillige Vorleistungen gemäß §9a Master-Rahmenprüfungsordnung können von der/von dem Modulverantwortlichen angeboten werden. Zu Beginn der Vorlesungszeit werden die Hörer darüber informiert, wie diese freiwilligen Vorleistungen zu erbringen sind.				
<b>7</b>	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</b> Bestandene Klausur und erfolgreiche Teilnahme an dem Praktikum (Testat)				
<b>8</b>	<b>Verwendung des Moduls</b> (in anderen Studiengängen) Master Mechatronik				
<b>9</b>	<b>Stellenwert der Note für die Endnote</b> 5/ Summe der prüfungsrelevanten CP				
<b>10</b>	<b>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende</b> Prof. Dr. Claudia Frohn-Schauß				

<b>11</b>	<b>Sonstige Informationen</b> Unterrichtssprache: Deutsch oder Englisch Skript: Frohn-Schauf, Claudia, Fulst, Joachim: Numerische Methoden; Foliensammlung Literatur: Knorrenschild, Michael: Numerische Mathematik, 3. Auflage, Hanser-Verlag, 2013; Chapra, Steven C.: Applied Numerical Methods with MATLAB for Engineers and Scientists, 3. ed. McGraw-Hill, 2012; Faires, J. D., Burden, Richard: Numerical Methods, 4. ed. Brooks/Cole, Cengage Learning, 2013
-----------	--

## 2. English for Specific Purposes

### 2.1 English for International Purposes

English for International Purposes (MM02-EI)					
Modulnummer	Workload	Credits	Studiensem.	Häufigkeit des Angebots	Dauer
02	150h	5	Sommersemester	jährlich	1 Semester
<b>1</b>	<b>Lehrveranstaltungen</b> English for International Purposes (4S)		<b>Kontaktzeit</b> 64h	<b>Selbststudium</b> 86h	<b>geplante Gruppengröße</b> 20 je Gruppe
<b>2</b>	<b>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen</b> Die Studierenden werden befähigt, im akademischen und beruflichen Kontext sprachlich (schriftlich und mündlich) angemessen zu kommunizieren und zu handeln. Sie sind darüber hinaus in der Lage, bei Themen, die sich auf das eigene Fachgebiet beziehen, auf ein breites Spektrum an fachfremdsprachlichen Mitteln in allen Teilkompetenzen zurückzugreifen und diese Kenntnisse entsprechend einzusetzen.				
<b>3</b>	<b>Inhalte</b> 1. Business English 1.1 Business Fundamentals 1.2 Company Portrait 1.3 Business Communication 1.4 Supply Chain Management 2 English for Academic Purposes 2.1 Writing in English - An Introduction 2.2 Writing a Research Paper 2.3 Choosing a Topic 2.4 Avoiding Plagiarism 2.5 The Language of Research Papers 2.6 Academic Language 2.7 From Theory to Practice - How to Write an Assignment 3 English for Specific Purposes				
<b>4</b>	<b>Lehrformen</b> Seminaristischer Unterricht				
<b>5</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen</b> Empfohlene inhaltliche Teilnahmevoraussetzung: Niveau B2/C1 gemäß des Gemeinsamen Europäischen Referenzrahmens (GER)				

<b>6</b>	<b>Prüfungsformen</b> Klausur von 120 Minuten, Open Book Prüfung Bonusregelung: Freiwillige Vorleistungen gemäß §9a Master-Rahmenprüfungsordnung können von der/von dem Modulverantwortlichen angeboten werden. Zu Beginn der Vorlesungszeit werden die Hörer darüber informiert, wie diese freiwilligen Vorleistungen zu erbringen sind.
<b>7</b>	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</b> Bestandene Prüfung
<b>8</b>	<b>Verwendung des Moduls</b> (in anderen Studiengängen) Master Mechatronik
<b>9</b>	<b>Stellenwert der Note für die Endnote</b> 5/ Summe der prüfungsrelevanten ECTS
<b>10</b>	<b>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende</b> OStR Marion Werthebach, M.A.
<b>11</b>	<b>Sonstige Informationen</b> Das Unterrichtsmaterial wird in der Moodle-Lerneinheit „English for International Purposes“ zur Verfügung gestellt. Darüber hinaus werden ebenso in der Bibliothek verfügbare Lehrwerke (z.B. „Supply Chain Management“, „Writing Research Papers – From Essay to Research Paper“) sowie authentische und aktuelle Lern- und Lehrmaterialien eingesetzt.

## 2.2 Engineering Conferences

Engineering Conferences (MM02-EC)					
Modulnummer	Workload	Credits	Studiensem.	Häufigkeit des Angebots	Dauer
02	150h	5	Sommersemester	jährlich	1 Semester
<b>1</b>	<b>Lehrveranstaltungen</b> EC: Engineering Conferences	<b>Kontaktzeit</b> 48h (1V ÜP 2P)	<b>Selbststudium</b> 102h	<b>geplante Gruppengröße</b> V20, P10	
<b>2</b>	<b>Lernergebnisse (Learning outcomes) / Kompetenzen (Competencies)</b> The students will learn academic writing skills. They will be acquainted with the techniques of writing conference papers and scientific papers in general in English. They are able to design posters for international conferences and write penetrative abstracts. Furthermore, they are capable of presenting their ideas and work confidently, both orally and in written form. Additionally, they will have the knowledge and skill to participate in a scientific conference.				
<b>3</b>	<b>Inhalte (Content)</b> Linguistic components of effective writing (academic style, trade language, tenses, cohesion), discussion of example conference papers, stages from first draft to an abstract for a poster and to a manuscript for submission, poster design, free speech, scientific in-house conference with posters, talks, and scientific discussion				
<b>4</b>	<b>Lehrformen (Teaching format)</b> Short lectures combined with group work, written and vocal exercises				
<b>5</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen (Prerequisites)</b> English B2				
<b>6</b>	<b>Prüfungsformen (Types of exams)</b> abstract/paper, talk and poster presentation				
<b>7</b>	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten (Requirements for credits)</b> Successful delivery of an abstract/paper and a scientific talk, successful design of a poster				
<b>8</b>	<b>Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen)</b> Master Mechatronik				
<b>9</b>	<b>Stellenwert der Note für die Endnote</b> 5/ Summe der prüfungsrelevanten CP				
<b>10</b>	<b>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende</b> Prof. Dr. Claudia Frohn-Schauf, Prof. Dr.-Ing. Ralph Lindken				
<b>11</b>	<b>Sonstige Informationen</b> Unterrichtssprache (Language of instruction): English				



### 3. Mehrkörpersimulation

Mehrkörpersimulation (MM03-MS)					
Modulnummer	Workload	Credits	Studiensem.	Häufigkeit des Angebots	Dauer
03	150h	5	Sommersemester	jährlich	1 Semester
<b>1</b>	<b>Lehrveranstaltungen</b> Mehrkörperssimulation (2V 2Ü 1P)		<b>Kontaktzeit</b> 90h	<b>Selbststudium</b> 60h	<b>geplante Gruppengröße</b> V40, Ü20, S15, EDV-P15
<b>2</b>	<b>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen</b> Die Studierenden sind in der Lage, mechanische Systeme als Mehrkörpermodelle mathematisch zu beschreiben und diese rechnergestützt zu analysieren. Sie verfügen über die Kompetenz, Algorithmen zur Mehrkörpersystemanalyse zu entwickeln und in Form von special-purpose programs zu implementieren. Sie beherrschen den sicheren Umgang mit der Numerik-Software MATLAB.				
<b>3</b>	<b>Inhalte</b> Verwendung globaler und lokaler Koordinaten, Parametrierung von Rotationsmatrizen, Formulierung von Bindungsgleichungen, kinematische Schleifen, Minimalkoordinaten, Algorithmen zur Vorwärts- und Rückwärts-Kinematik und -Kinetik, rechnergestützte Generierung und Lösung von Bewegungsgleichungen (DAE- Formulierung), Erstellung von Animationen				
<b>4</b>	<b>Lehrformen</b> Vorlesung mit Folienpräsentation und ggfs. rechnergestützten Demonstrationen, seminaristischer Unterricht in den Übungen, (Rechner-) Praktikum mit vorbereitenden Hausaufgaben				
<b>5</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>				
<b>6</b>	<b>Prüfungsformen</b> Modulprüfung in Form einer Klausur von 120 Minuten oder Projektarbeit zu einer praxisnahen Problemstellung (70%) mit anschließendem Vortrag (einschl. Diskussion) (30%) <u>Bonusregelung:</u> Freiwillige Vorleistungen gemäß §9a Master-Rahmenprüfungsordnung können von der/von dem Modulverantwortlichen angeboten werden. Zu Beginn der Vorlesungszeit werden die Hörer darüber informiert, wie diese freiwilligen Vorleistungen zu erbringen sind.				
<b>7</b>	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</b> Bestandene Prüfung und erfolgreiche Teilnahme an den Praktika (Testat)				
<b>8</b>	<b>Verwendung des Moduls</b> (in anderen Studiengängen)				
<b>9</b>	<b>Stellenwert der Note für die Endnote</b> 5/ Summe der prüfungsrelevanten ECTS				
<b>10</b>	<b>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende</b> Prof. Dr. Ulrich Zwiers / Prof. Dr. Ulrich Zwiers				
<b>11</b>	<b>Sonstige Informationen</b> <b>Parviz E. Nikravesh, "Planar Multibody Dynamics"</b> Ahmed A. Shabana, "Dynamics of Multibody Systems"				

#### 4. CAD/PLM

CAD-PLM (MM04-CAD/PLM)					
Modulnummer	Workload	Credits	Studiensem.	Häufigkeit des Angebots	Dauer
04	150h	5	Sommersemester	jährlich	1 Semester
<b>1</b>	<b>Lehrveranstaltungen</b> CAD/ PLM		<b>Kontaktzeit</b> 64h (1V 1Ü 2P)	<b>Selbststudium</b> 86h	<b>geplante Gruppengröße</b> V60, SV35, Ü20, P15, S15, EDV-P30
<b>2</b>	<b>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen</b> Die Studierenden sind in der Lage, nichttriviale konstruktive Aufgabenstellungen aus der industriellen Praxis mit Hilfe von modernsten CAD -Systemen zielgerichtet und anforderungsgerecht zu lösen und den Rechneinsatz während der Konzepterstellung und der Produktqualifizierung zu beurteilen. Sie können die Funktionen und Bedeutung von Product-Lifecycle-Management (PLM) richtig einordnen, sowie Product-Daten-Management-Systeme (PDM) im Sinne einer PLM-Strategie einsetzen.				
<b>3</b>	<b>Inhalte</b> Interne Verweise (Formeln); Externe Verweise (Konstruktionstabellen) zur parametrischen Steuerung von Varianten; Beutzerdefinierte Formelemente; Makroerstellung; Product-Lifecycle-Management (PLM); Produkt-Daten-Management (PDM); Organisation, Daten- und Rechteverwaltung von Produktdaten				
<b>4</b>	<b>Lehrformen</b> Seminaristischer Unterricht, Rechnerpraktika, Projektarbeit, Gruppenarbeit				
<b>5</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>				
<b>6</b>	<b>Prüfungsformen</b> Prüfung: mündlich oder schriftlich Klausur von 120 Minuten <u>Bonusregelung:</u> Freiwillige Vorleistungen gemäß §9a Master-Rahmenprüfungsordnung können von der/von dem Modulverantwortlichen angeboten werden. Zu Beginn der Vorlesungszeit werden die Hörer darüber informiert, wie diese freiwilligen Vorleistungen zu erbringen sind.				
<b>7</b>	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</b> Eine insgesamt bestandene Prüfung und erfolgreiche Teilname an den Praktika				
<b>8</b>	<b>Verwendung des Moduls</b> (in anderen Studiengängen)				
<b>9</b>	<b>Stellenwert der Note für die Endnote</b> 5/ Summe der prüfungsrelevanten ECTS				
<b>10</b>	<b>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende</b> Prof. Dr. Jens Feldermann / Prof. Dr. Jens Feldermann, Dipl.-Ing. (FH) StefanBinder				
<b>11</b>	<b>Sonstige Informationen</b> - Schmid, Marcel; CAD mit NX 8 ; J. Schlembach Fachverlag, Wilburgstetten; 2012 - Wiegand, Michael; Hanel, Maik; Deubner, Julia; Konstruieren mit NX 10, Volumenkörper, Baugruppen und Zeichnungen; Carl Hanser Verlag, München; 2015 - Vajna; Weber; Bley; Zeman, CAx für Ingenieure: Eine praxisbezogene Einführung; Springer, Berlin,				

	<p>Heidelberg, New York; 2008</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Eigner, Martin; Stelzer, Ralph Product Lifecycle Management, Ein Leitfaden für Product Development und Life Cycle Management; 2. Auflage; Springer-Verlag Berlin Heidelberg; 2009</li><li>- Sandler, Waver: CAD und PDM - Prozessoptimierung durch Integration, Carl Hanser Verlag, München, Wien, 2008</li></ul>
--	---

## 5. Projektarbeit Ingenieurpraxis

<b>Projektarbeit (MM05-P) / Erweiterte Projektarbeit</b>					
<b>Modulnummer</b>	<b>Workload</b>	<b>Credits</b>	<b>Studiensem.</b>	<b>Häufigkeit des Angebots</b>	<b>Dauer</b>
05	150 h / 300h	5 / 10	WiSe / WiSe u. SoSe / SoSe u. WiSe	Winter- / Sommersemester	1 / 2 Semester
<b>1</b>	<b>Lehrveranstaltungen</b> Projektarbeit Ingenieurpraxis 3S / 6S	<b>Kontaktzeit</b> 48 h / 96 h	<b>Selbststudium</b> 102 h / 204 h	<b>geplante Gruppengröße</b> 1 bis 4	
<b>2</b>	<b>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen</b> Die Studierenden können ein ingenieurpraktisches Projekt aus dem Bereich Maschinenbau, auch im Team, bearbeiten. Sie sind in der Lage, die bisher erworbenen theoretischen Kenntnisse einzusetzen und anhand einer aktuellen praktischen Aufgabe mit wissenschaftlicher Methodik zu vertiefen. Die Studierenden können mithilfe von Methoden des Projektmanagements und der Selbstorganisation strukturiert eine termingerechte Problemlösung erarbeiten.				
<b>3</b>	<b>Inhalte</b> Projektthemen werden jeweils nach Forschungsschwerpunkten der einzelnen Labore vergeben. Die Dozentin oder der Dozent legt vor Ausgabe des Themas fest, ob der Projektumfang einsemestrig (5 CP) oder zweisemestrig ist (10 CP, erweiterte Projektarbeit). Im Einvernehmen von Studierenden und Dozentin / Dozent ist es möglich, nach Ende des ersten Bearbeitungssemesters ein zweisemestriges Projekt auf ein einsemestriges Projekt umzuändern und umgekehrt. Der Themenumfang ist an den entsprechenden Workload anzupassen. Es ist nicht zulässig, die erweiterte Projektarbeit mit einem zweiten, vom ersten Projektteil unterschiedlichen Thema zu absolvieren.				
<b>4</b>	<b>Lehrformen</b> Projektarbeit einzeln oder in Gruppe				
<b>5</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>				
<b>6</b>	<b>Prüfungsformen</b> Modulprüfung in Form von Bericht und entweder Referat oder mündlicher Prüfung Bei der zweisemestrigen (erweiterten) Projektarbeit erstellt die/der Studierende zum Ende des ersten Bearbeitungssemesters einen Zwischenbericht über den Projektstand. Die Prüfung und Benotung erfolgt am Ende des zweiten Semesters.				
<b>7</b>	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</b> Bestandene Prüfung				
<b>8</b>	<b>Verwendung des Moduls</b> (in anderen Studiengängen) Master Mechatronik				
<b>9</b>	<b>Stellenwert der Note für die Endnote</b> 5 bzw. 10 / Summe der gewichteten prüfungsrelevanten ECTS				
<b>10</b>	<b>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende</b> Prof. Radschweit, alle am Studiengang beteiligten Dozenten				
<b>11</b>	<b>Sonstige Informationen</b>				

## 6. Optimierung mechanischer Strukturen

Optimierung mechanischer Strukturen (MM06-OMS)					
Modulnummer	Workload	Credits	Studiensem.	Häufigkeit des Angebots	Dauer
06	150h	5	Wintersemester	jährlich	1 Semester
<b>1</b>	<b>Lehrveranstaltungen</b> Optimierung mechanischer Strukturen		<b>Kontaktzeit</b> 80h (2V 1Ü 2P)	<b>Selbststudium</b> 70h	<b>geplante Gruppengröße</b> V60, SV35, Ü20, P15, S15, EDV-P30
<b>2</b>	<b>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen</b> Die Studierenden sind in der Lage, Aufgabenstellungen der Strukturoptimierung (Formoptimierung, Topologieoptimierung und Topographieoptimierung) zielgerichtet und erfolgreich zu lösen. Sie kennen die prinzipiellen Möglichkeiten und Grenzen des Einsatzes von Programmsystemen zur Strukturoptimierung in der betrieblichen Praxis. Sie sind vertraut mit der Arbeitsweise eines modernen CAD/ CAE/ FEM-Programmsystems zur Strukturoptimierung. Dabei wird der Schwerpunkt auf die Anforderungen aus der industriellen Anwendung gelegt. Die Vorlesung ist nahezu softwareneutral.				
<b>3</b>	<b>Inhalte</b> - Entwicklung mechanischer Systeme - Grundideen der Strukturoptimierung - Dimensionierung, Sizing - Formoptimierung - Topologieoptimierung				
<b>4</b>	<b>Lehrformen</b> Seminaristischer Unterricht, Rechnerpraktika, Projektarbeit, Gruppenarbeit				
<b>5</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>				
<b>6</b>	<b>Prüfungsformen</b> Klausur von 120 Minuten <u>Bonusregelung:</u> Freiwillige Vorleistungen gemäß §9a Master-Rahmenprüfungsordnung können von der/von dem Modulverantwortlichen angeboten werden. Zu Beginn der Vorlesungszeit werden die Hörer darüber informiert, wie diese freiwilligen Vorleistungen zu erbringen sind.				
<b>7</b>	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</b> Eine insgesamt bestandene Prüfung und erfolgreiche Teilname an den Praktika				
<b>8</b>	<b>Verwendung des Moduls</b> (in anderen Studiengängen)				
<b>9</b>	<b>Stellenwert der Note für die Endnote</b> 5/ Summe der gewichteten prüfungsrelevanten ECTS				
<b>10</b>	<b>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende</b> Prof. Dr. Jens Feldermann / Prof. Dr. Jens Feldermann und Dipl.-Ing. (FH) Stefan Binder				
<b>11</b>	<b>Sonstige Informationen</b> Anderl, Reiner; Binde, Peter: Simulation mit NX, Kinematik, FEM, CFD, EM und Datenmanagement, 3. aktualisierte und erweiterte Auflage; Carl Hanser Verlag, München, Wien; 2014; HSBO PR 141 Bathe, Klaus-Jürgen; Finite Elemente Methoden, 2. Auflage; Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York; 2003				

	<p>Fröhlich, Peter; FEM-Anwendungspraxis, Einstieg in die Finite Elemente Analyse, Zweisprachige Ausgabe Deutsch/Englisch; Friedrich Vieweg &amp; Sohn Verlag, GWV Fachverlage GmbH, Wiesbaden; 2005; HSBO JO 115</p> <p>Harzheim, Lothar; Strukturoptimierung – Grundlagen und Anwendungen, Verlag Harry Deutsch, Frankfurt, 2004</p> <p>Klein, Bernd; Grundlagen und Anwendungen der Finite-Elemente-Methode im Maschinen- und Flugzeugbau, 10. verbesserte Auflage; Vieweg Verlag, Wiesbaden; 2015; HSBO: Online Ressource Springer Portal</p> <p>Mattheck, Claus; Design in der Natur – Der Baum als Lehrmeister. Rombach, Freiburg, 1992</p> <p>Mattheck, Claus; Denkwerkzeuge nach der Natur, Kernforschungszentrum Karlsruhe, 2010</p> <p>Rieg, Frank; Hackenschmidt, Reinhard; Alber-Laukant, Bettina; Finite Elemente Analyse für Ingenieure, 4. überarbeitete und erweiterte Auflage; Carl Hanser Verlag, München, Wien; 2012; HSBO: JO 102</p> <p>Schmid, Marcel; CAD mit NX 8 ; J. Schlembach Fachverlag, Wilburgstetten; 2012; HSBO: PR 162</p> <p>Wiegand, Michael; Hanel, Maik; Deubner, Julia; Konstruieren mit NX 10, Volumenkörper, Baugruppen und Zeichnungen; Carl Hanser Verlag, München; 2015</p> <p>Schumacher, Axel; Optimierung mechanischer Strukturen – Grundlagen und industrielle Anwendungen, Springer Vieweg, Berlin, Heidelberg, 2013, HSBO: Online Ressource Springer Portal</p>
--	---

## 7. Technisches Management

Technisches Management (MM07-TM)					
Modulnummer	Workload	Credits	Studiensem.	Häufigkeit des Angebots	Dauer
07	150h	5	Wintersemester	jährlich	1 Semester
<b>1</b>	<b>Lehrveranstaltungen</b> TM: Technisches Management		<b>Kontaktzeit</b> 64h (2V 2Ü)	<b>Selbststudium</b> 86h	<b>geplante Gruppengröße</b>
<b>2</b>	<b>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen</b> Managen bedeutet: „Führen auf ein Ziel“. Die alleinige Kenntnis von Information, Theorie- und/oder Faktenwissen reicht dazu nicht aus. Um die mit einer Managementaufgabe verbundenen, komplexen Zusammenhänge handhabbar zu machen, werden die Studierenden angeleitet, methodisch zu abstrahieren und mit Hilfe von Kennzahlen und Messgrößen erlernen, sich eine auf die Aufgabenstellung bezogene Zielorientierung zu erarbeiten.				
<b>3</b>	<b>Inhalte</b> Ausgehend von der Zielsetzung der Wirtschaftlichkeit eines Unternehmens liegt besonderes Gewicht auf der Befähigung zur ganzheitlichen Erkennung technischer, organisatorischer und wirtschaftlicher Zusammenhänge: - Modelle und Methoden zur Organisationsentwicklung und Unternehmensführung: EFQM, Balanced Score Card, Business Process Reengineering - strategische Produktentwicklung: methodisches Erfinden mit TRIZ, Auswirkungen der Produktstrukturierung auf das Variantenmanagement - Wirtschaftliches Produktionsmanagement: ERP Enterprise Resource Planning, lean management als strategisches Produktionssystem, Technisches Controlling, Führen mit Kennzahlen				
<b>4</b>	<b>Lehrformen</b> seminaristische Vorlesung und vertiefende Übungen; Praktikum				
<b>5</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>				
<b>6</b>	<b>Prüfungsformen</b> Klausur von 90 Minuten, online Prüfung, mdl. Prüfung <u>Bonusregelung:</u> Freiwillige Vorleistungen gemäß §9a Master-Rahmenprüfungsordnung können von der/von dem Modulverantwortlichen angeboten werden. Zu Beginn der Vorlesungszeit werden die Hörer darüber informiert, wie diese freiwilligen Vorleistungen zu erbringen sind.				
<b>7</b>	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</b> Bestandene Prüfung				
<b>8</b>	<b>Verwendung des Moduls</b> (in anderen Studiengängen)				
<b>9</b>	<b>Stellenwert der Note für die Endnote</b> 5/ Summe der prüfungsrelevanten ECTS				
<b>10</b>	<b>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende</b> Prof. Dr. Michael Habich / Prof. Dr. Micheal Habich				
<b>11</b>	<b>Sonstige Informationen</b> Vorlesungsskript Technisches Management, Prof. Habich				

## 8. Wahlfächer der Studienschwerpunkte

### 8.1 Einführung in Structural Health Monitoring

Einführung in Structural Health Monitoring (MM08-ESHM)					
Modulnummer	Workload	Credits	Studiensem.	Häufigkeit des Angebots	Dauer
08	150 h	5	Sommersemester	jährlich	1 Sem.
<b>1</b>	<b>Lehrveranstaltungen</b>		<b>Kontaktzeit</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>geplante Gruppengröße</b>
	Einführung in Structural Health Monitoring		90 h (2V 2P)	60 h	V40P06
<b>2</b>	<b>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen</b>				
	<p>Nach Abschluss des Moduls sollen die Studierenden das dem Structural Health Monitoring zugrundeliegende Konzept verinnerlicht haben. Sie haben verschiedene Methoden des Structural Health Monitorings, die physikalischen Grundlagen und Vor- und Nachteile der einzelnen Methoden kennengelernt. Die Studierenden können Ansätze des Structural Health Monitoring in einen größeren Zusammenhang des Ingenieurwesens und der Lebenszyklusanalyse setzen. Sie sind insbesondere in der Lage, für Problemstellungen der Strukturüberwachung selbstständig geeignete Methoden auszuwählen, die grundlegende Vorgehensweise zu skizzieren und vorliegende Structural Health Monitoring-Konzepte zu bewerten.</p>				
<b>3</b>	<b>Inhalte</b>				
	<p>Das dem Structural Health Monitoring (SHM) zugrundeliegende Konzept wird eingeführt und SHM-Methoden werden nach Zielen und physikalischen Phänomenen eingeordnet. Der grundlegende Aufbau und die notwendigen Schritte für ein aussagefähiges SHM-System werden behandelt. Zu Beginn werden mathematische und mechanische Grundlagen wiederholt und erarbeitet, die für das Verständnis verschiedener Methoden des SHM wesentlich sind. Insbesondere erfolgt eine Einführung in Schwingungen und Wellen sowie eine Übersicht über schlecht gestellte inverse Probleme und Möglichkeiten der Lösung dieser Probleme. Darauf aufbauend werden verschiedene Methoden des SHM im Detail behandelt. Insbesondere betrifft dies schwingungsbasierte Methoden, dehnungsbasierte Verfahren, Schallemission, Lastmonitoring, aktive wellenbasierte Methoden sowie Methoden basierend auf der elektromechanischen Impedanz. Neben der Erläuterung der physikalischen Grundlagen und methodenspezifischen Besonderheiten erfolgt die Erarbeitung von Ansätzen der Datenverarbeitung und messtechnischer Umsetzung anhand von numerischen und experimentellen Anwendungsbeispielen. Eigene Entwicklungen und Umsetzungen der Studierenden in Teams im Rahmen von studienbegleitenden Aufgaben ermöglichen die Vertiefung der theoretischen Inhalte. Das erlernte Wissen und die Stolpersteine in der praktischen Umsetzung werden in den größeren Kontext des Condition Monitoring und der Lebenszyklusanalyse gesetzt.</p>				
<b>4</b>	<b>Lehrformen</b>				
	Vorlesung unter Einbeziehung von Beamer-Präsentationen, Tafelbildern, Simulationen, Live-Experimenten				
<b>5</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>				
	Empfohlene Vorkenntnisse: Kenntnisse in Mechanik, Mathematik				
<b>6</b>	<b>Prüfungsformen</b>				



	<p>Semesterbegleitende Aufgabe zur Erarbeitung eigener SHM Lösungen im Team inkl. abschließender Präsentation und Diskussion, Anteil der Modulnote 0%.</p> <p>Mündliche Prüfung, Anteil der Modulnote 100%.</p> <p>Bonusregelung: Freiwillige Vorleistungen gemäß §9a Master-Rahmenprüfungsordnung können von der/ von dem Modulverantwortlichen angeboten werden. Zu Beginn der Vorlesungszeit werden die Hörer darüber informiert, wie diese freiwilligen Vorleistungen zu erbringen sind</p>
<b>7</b>	<p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</b></p> <p>Erfolgreiche Präsentation der semesterbegleitenden Aufgabe und bestandene mündliche Prüfung</p>
<b>8</b>	<p><b>Verwendung des Moduls</b> (in anderen Studiengängen) wird parallel auch im Studiengang Master Mechatronik angeboten.</p>
<b>9</b>	<p><b>Stellenwert der Note für die Endnote</b></p> <p>5/ Summe der prüfungsrelevanten CP</p>
<b>10</b>	<p><b>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende</b></p> <p>Prof. Dr.-Ing. Inka Mueller / Prof. Dr.-Ing. Inka Mueller</p>
<b>11</b>	<p><b>Sonstige Informationen</b></p> <p><u>Literatur:</u></p> <p>Farrar, C.R.; Worden, K.: Structural Health Monitoring – A Machine Learning Perspective, Wiley, 2013</p> <p>Balageas, D.; Fritzen, C.-P. &amp; Güemes, A. (Eds.): Structural Health Monitoring Wiley-iSTE, 2006</p> <p>Giurgiutiu, V.: Structural Health Monitoring: with Piezoelectric Wafer Active Sensors Elsevier Science, 2014</p> <p>Wenzel, H.: Health Monitoring of Bridges, Wiley, 2009</p> <p>weitere Literatur in der Vorlesung</p>

## 8.2 Grundlagen industrieller Laseranwendung

Grundlagen industrieller Laseranwendung (MM08-LT)					
Modulnummer	Workload	Credits	Studiensem.	Häufigkeit des Angebots	Dauer
08	150h	5	Wintersemester	jährlich	1 Semester
<b>1</b>	<b>Lehrveranstaltungen</b> LT: Lasertechnik		<b>Kontaktzeit</b> 48h (2V 1Ü)	<b>Selbststudium</b> 102h	<b>geplante Gruppengröße</b>
<b>2</b>	<b>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen</b> Der Student kennt die spezifischen Eigenschaften der Laserstrahlung und deren Anwendung in der Materialbearbeitung. Die unterschiedlichen Laserstrahlquellen werden vorgestellt und gegeneinander abgegrenzt. Die wichtigsten Laserverfahren für die Materialbearbeitung werden vorgestellt				
<b>3</b>	<b>Inhalte</b> Das Laserprinzip, Eigenschaften der Laserstrahlung, Laserstrahlquellen (Festkörperlaser: Nd:YAG-, Faser-, Scheibenlaser, Gaslaser: CO <sub>2</sub> , Diodenlaser und Kurzpulslaser), Strahlführung und Formung, Lasermaterialbearbeitung (Additive Fertigung, Schneiden, Schweißen, Stoffeigenschaften ändern, Markieren und Beschriften,...), Lasersicherheit, Bearbeitung mit dem Elektronenstrahl				
<b>4</b>	<b>Lehrformen</b> Seminaristischer Unterricht, Exkursionen, Gastvorträge				
<b>5</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>				
<b>6</b>	<b>Prüfungsformen</b> Schriftliche Klausur von 90 Minuten oder mündliche Prüfung <u>Bonusregelung:</u> Freiwillige Vorleistungen gemäß §9a Master-Rahmenprüfungsordnung können von der/von dem Modulverantwortlichen angeboten werden. Zu Beginn der Vorlesungszeit werden die Hörer darüber informiert, wie diese freiwilligen Vorleistungen zu erbringen sind.				
<b>7</b>	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</b> Bestandene Prüfung				
<b>8</b>	<b>Verwendung des Moduls</b> (in anderen Studiengängen) Master Mechatronik, Master Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau				
<b>9</b>	<b>Stellenwert der Note für die Endnote</b> 5/ Summe der prüfungsrelevanten ECTS				
<b>10</b>	<b>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende</b> Prof. Dr. Carolin Radscheit / Prof. Dr. Carolin Radscheit				
<b>11</b>	<b>Sonstige Informationen</b>				

### 8.3 Höhere Technische Mechanik

Höhere Technische Mechanik (MM08-TM)					
Modulnummer	Workload	Credits	Studiensem.	Häufigkeit des Angebots	Dauer
08	150h	5	Wintersemester	jährlich	1 Semester
<b>1</b>	<b>Lehrveranstaltungen</b> TM: Höhere Technische Mechanik	<b>Kontaktzeit</b> 90h (2V 2Ü)	<b>Selbststudium</b> 60h	<b>geplante Gruppengröße</b> V40, Ü20, S15, EDV-P15	
<b>2</b>	<b>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen</b> Routine im Aufstellen von Bewegungsgleichungen, Kennenlernen der Vor- und Nachteile der NEWTONschen Mechanik gegenüber der LAGRANGEschen Mechanik, sicherer Rechnereinsatz bei der Bearbeitung von Problemstellungen aus der Mechanik				
<b>3</b>	<b>Inhalte</b> Klassifizierung mechanischer Systeme, Energiemethoden in der Stereostatik (Prinzip der virtuellen Arbeit), Stabilitätsanalyse, Energiemethoden in der Elastostatik (Satz von CASTIGLIANO und MENABREA), Energiemethoden in der Kinetik (Prinzip von d'ALEMBERT, LAGRANGEsche Gleichungen 1.+2. Art), Schwingungen von Mehrfreiheitsgradsystemen, Modalanalyse				
<b>4</b>	<b>Lehrformen</b> Vorlesung, seminaristische Übung, Rechnerpraktikum				
<b>5</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>				
<b>6</b>	<b>Prüfungsformen</b> Modulprüfung in Form einer Klausur (120 Minuten) oder mündliche Prüfung oder Projektarbeit (70%) mit anschließendem Vortrag (einschl. Diskussion) (30%) <u>Bonusregelung:</u> Freiwillige Vorleistungen gemäß §9a Master-Rahmenprüfungsordnung können von der/von dem Modulverantwortlichen angeboten werden. Zu Beginn der Vorlesungszeit werden die Hörer darüber informiert, wie diese freiwilligen Vorleistungen zu erbringen sind.				
<b>7</b>	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</b> Bestandene Prüfung und erfolgreiche Teilnahme an den Praktika				
<b>8</b>	<b>Verwendung des Moduls</b> (in anderen Studiengängen)				
<b>9</b>	<b>Stellenwert der Note für die Endnote</b> 5/ Summe der prüfungsrelevanten ECTS				
<b>10</b>	<b>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende</b> Prof. Dr. Ulrich Zwiers, Prof. Dr. Markus Eikelberg / Prof. Dr. Ulrich Zwiers, Prof. Dr. Markus Eikelberg				
<b>11</b>	<b>Sonstige Informationen</b> <u>HM:</u> Hiller, Manfred: Eine Einführung in die analytische Mechanik und Systemdynamik Gross, Dietmar, Hauger, Werner, Wriggers, Peter: Technische Mechanik, Band 4 Schaum's Outline of Mechanical Vibrations Fabien, Brian: Analytical System Dynamics: Modeling and Simulation <u>SE:</u> Skript "Programmmentwurf mit der Unified Modeling Language (UML) von Prof. Dr. Eikelberg, Skript und Aufgabensammlung "Programmierung grafischer Benutzeroberflächen mit Swing" von Prof. Dr. Eikelberg				

## 8.4 Industrial Big Data

Industrial Big Data (XM08-IBD)					
Modulnummer	Workload	Credits	Studiensem.	Häufigkeit des Angebots	Dauer
08	150 h	5	Wintersemester	jährlich	1 Semester
<b>1</b>	<b>Lehrveranstaltungen</b> IBD: Industrial Big Data		<b>Kontaktzeit</b> 4 SWS / 64h (2V 2S)	<b>Selbststudium</b> 86 h	<b>geplante Gruppengröße</b> V60, SV35, Ü20, P15, EDV P-15
<b>2</b>	<b>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen</b> Die Studierenden erlernen die Fertigkeiten, große Datenmengen zu handhaben sowie effizient zu analysieren. Im Fokus der Kompetenzausbildung der Studierenden steht das Wissen für ein sinnvolles Verarbeiten von strukturierten, semi-strukturierten und unstrukturierten Daten, sowie das Verständnis von effizienten Analysemethoden. Zudem werden die Studierenden in die Lage versetzt, die erlernten Methoden in konkreten Anwendungsfällen und für konkrete Zielsetzungen auszuwählen, zu adaptieren und anzuwenden, mit besonderem Blick auf Daten von realen Sensoren, mobilen Geräten und aus open-data-Quellen, und unter Berücksichtigung auch ethischer und legaler Gesichtspunkte.				
<b>3</b>	<b>Inhalte</b> Der inhaltliche Fokus der Vorlesung liegt auf Techniken und Werkzeugen sowie typischen Werkzeugketten sowie deren Auswahl und Einsatz in konkreten Big-Data-Anwendungsszenarien. Die thematisierten Techniken und Werkzeuge umfassen: - Grundlagen klassischer SQL-Datenbanksysteme und deren Limitierungen im Big Data Kontext - Verarbeitungstechniken und Infrastrukturen für die Analyse großer Datenmengen - Grundlagen von NOSQL-Datenbanksystemen sowie von modernen Konzepten zu verteilter Datenhaltung - Explorative und strukturierende Analysemethoden, u.a. Datenvisualisierung und machine learning-basierte Techniken, sowie deren kombinierte Anwendung - Techniken zur Verarbeitung und Fusion von strukturierten, semi-strukturierten und unstrukturierten und potentiell fehlerbehafteten Daten, insbesondere auch Sensordaten von heterogenem Typus und aus heterogenen Quellen.				
<b>4</b>	<b>Lehrformen</b> Vorlesung, seminaristischer Unterricht, Projektarbeit				
<b>5</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen</b> Programmierkenntnisse in einer Programmiersprache (bspw. Java, Python, C, C++)				
<b>6</b>	<b>Prüfungsformen:</b> Projektarbeit, Klausur, mündliche Prüfung oder Open Book Prüfung				
<b>7</b>	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</b> Mit mindestens „ausreichend“ bewertete Prüfungsleistung				
<b>8</b>	<b>Verwendung des Moduls</b> (in anderen Studiengängen) Master Maschinenbau, Master Mechatronik				

<b>9</b>	<b>Stellenwert der Note für die Endnote:</b> 5 / Summe der prüfungsrelevanten ECTS
<b>10</b>	<b>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende</b> N.N / N.N
<b>11</b>	<b>Sonstige Informationen</b>

## 8.5 Objektorientierte Programmierung

Objektorientierte Programmierung (MM08-OP)					
Modulnummer	Workload	Credits	Studiensem.	Häufigkeit des Angebots	Dauer
08	150h	5	Wintersemester	jährlich	1 Semester
<b>1</b>	<b>Lehrveranstaltungen</b> OP: Objektorientierte Programmierung	<b>Kontaktzeit</b> 64h (2V 2P)	<b>Selbststudium</b> 86h	<b>geplante Gruppengröße</b> V60, SV35, Ü20, P15, S15, EDV-P30	
<b>2</b>	<b>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen</b> Die Studierenden - verwenden Klassen, bilden Objekte und rufen Klassen- und Instanzmethoden auf - wenden die Prinzipien der objektorientierten Programmierung an - codieren Berechnungs- oder Verwaltungsprogramme mit grafischen Benutzeroberflächen für den Ingenieurbedarf				
<b>3</b>	<b>Inhalte</b> - Begriffe Klasse und Objekt, statisch und nicht statisch - Prinzipien der objektorientierten Programmierung - Codierung eines Programms mit grafischer Benutzeroberfläche (ohne Verwendung eines Designers)				
<b>4</b>	<b>Lehrformen</b> Vorlesungen mit seminaristischem Unterricht, Praktische Übungen, Praktikum mit Übungsaufgaben, Fakultatives Tutorium				
<b>5</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>				
<b>6</b>	<b>Prüfungsformen</b> Klausur mit Dauer von 60 Minuten, rechnergestützte (Präsenz-)Klausur <u>Bonusregelung:</u> Freiwillige Vorleistungen gemäß §9a Master-Rahmenprüfungsordnung können von der/von dem Modulverantwortlichen angeboten werden. Zu Beginn der Vorlesungszeit werden die Hörer darüber informiert, wie diese freiwilligen Vorleistungen zu erbringen sind.				
<b>7</b>	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</b> Eine bestandene Prüfung und eine erfolgreiche Teilnahme an den Praktika				
<b>8</b>	<b>Verwendung des Moduls</b> (in anderen Studiengängen)				
<b>9</b>	<b>Stellenwert der Note für die Endnote</b> 5 / Summe der gewichteten prüfungsrelevanten ECTS				
<b>10</b>	<b>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende</b> Prof. Dr. Markus Eikelberg / Prof. Dr. Markus Eikelberg				
<b>11</b>	<b>Sonstige Informationen</b>				

## 8.6 Qualitätssicherung in der additiven Fertigung

Qualitätssicherung in der additiven Fertigung (MM08-QS)					
Modulnummer	Workload	Credits	Studiensem.	Häufigkeit des Angebots	Dauer
08	150h	5	Sommersemester	jährlich	1 Semester
<b>1</b>	<b>Lehrveranstaltungen</b> QS: Qualitätssicherung in der additiven Fertigung		<b>Kontaktzeit</b> 64h (2V 1Ü 1P)	<b>Selbststudium</b> 86h	<b>geplante Gruppengröße</b>
<b>2</b>	<b>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen</b> Die Studierenden erhalten Kenntnisse über die Verfahren der additiven Fertigung, die Grundlagen des QM und die Besonderheiten des QM im Bereich der additiven Fertigung.				
<b>3</b>	<b>Inhalte</b> Kurze Einführung in die Verfahren der additiven Fertigung und in das Qualitätsmanagement. Besonderheiten des QM im Hinblick auf die additive Fertigung wie Datenübertragung (PMI), Auswirkungen der Verfahren auf die Konstruktion und Tolerierung, Messtechnische Besonderheiten				
<b>4</b>	<b>Lehrformen</b> Vorlesung und Praktikum				
<b>5</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>				
<b>6</b>	<b>Prüfungsformen</b> Klausur von 90 Minuten Zusätzliche Prüfungsform: Open book in Form eines Moodle-Tests oder als Moodle Download/Upload-Aufgabe <u>Bonusregelung:</u> Freiwillige Vorleistungen gemäß §9a Master-Rahmenprüfungsordnung können von der/von dem Modulverantwortlichen angeboten werden. Zu Beginn der Vorlesungszeit werden die Hörer darüber informiert, wie diese freiwilligen Vorleistungen zu erbringen sind.				
<b>7</b>	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</b> Bestandene Prüfung und erfolgreiche Teilnahme an dem Praktikum				
<b>8</b>	<b>Verwendung des Moduls</b> (in anderen Studiengängen)				
<b>9</b>	<b>Stellenwert der Note für die Endnote</b> 5/ Summe der prüfungsrelevanten ECTS				
<b>10</b>	<b>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende</b> Prof. Dr. Friedrich Janzen / Prof. Dr. Friedrich Janzen				
<b>11</b>	<b>Sonstige Informationen</b> Die Studierenden erhalten ein Skriptum zur Verfügung gestellt. Literaturempfehlungen werden zu Beginn der Veranstaltung verteilt.				

## 8.7 Smart Robotics

Smart Robotics (MM08-SR)					
Modulnummer	Workload	Credits	Studiensem.	Häufigkeit des Angebots	Dauer
08	150h	5	Sommersemester	jährlich	1 Semester
<b>1</b>	<b>Lehrveranstaltungen</b> SR: Smart Robotics		<b>Kontaktzeit</b> 64h (2V 1Ü 1P)	<b>Selbststudium</b> 86h	<b>geplante Gruppengröße</b>
<b>2</b>	<b>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen</b> Die Studierenden sind in der Lage, Konzepte für intelligente Roboterbasierte Automatisierungslösungen zu erstellen. Hierbei sind sie in der Lage aktuelle Kommunikationskonzepte ebenso zu berücksichtigen wie lernende Algorithmen. Dies befähigt die Studierenden teil- oder voll- autonome, ortsfeste und mobile Roboter vom Einsatzspektrum der Service Robotik bis hin zur Industrierobotik zu realisieren.				
<b>3</b>	<b>Inhalte</b> - Einführung - Suchen und Planen - Grundlagen der Wahrscheinlichkeitstheorie - Probabilistische Wahrnehmung - Probabilistische Entscheidungsprozesse - Optimale Regelung - Reinforcement Learning - Machine Learning				
<b>4</b>	<b>Lehrformen</b> Vorlesung, Übung, seminaristischer Unterricht, Kleingruppenübungen am Roboter, Projektarbeit				
<b>5</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>				
<b>6</b>	<b>Prüfungsformen</b> Modulprüfung in Form einer Klausur von 120 Minuten, Referat, Hausaufgaben oder einer mündlichen Prüfung <u>Bonusregelung:</u> Freiwillige Vorleistungen gemäß §9a Master-Rahmenprüfungsordnung können von der/von dem Modulverantwortlichen angeboten werden. Zu Beginn der Vorlesungszeit werden die Hörer darüber informiert, wie diese freiwilligen Vorleistungen zu erbringen sind.				
<b>7</b>	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</b> mit mindestens „ausreichend“ bestandene Prüfungsleistungen, Erlangung des Testats (näheres wird in der gültigen PO beschrieben)				
<b>8</b>	<b>Verwendung des Moduls</b> (in anderen Studiengängen)				
<b>9</b>	<b>Stellenwert der Note für die Endnote</b> 5/ Summe der prüfungsrelevanten ECTS				
<b>10</b>	<b>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende</b> Prof. Dr. Daniel Schilberg / Prof. Dr. Daniel Schilberg				
<b>11</b>	<b>Sonstige Informationen</b> UC Berkeley CS188 Intro to AI				



Literatur:

Russell & Norvig, AI: A Modern Approach

Siegwart et al.: Autonomous Mobile Robots

Goodfellow et al.: Deep Learning

Springer Handbook of Robotics, Siciliano, Bruno, Khatib, Oussama (Eds.), Springer Verlag, ISBN 978-3-540-38219-5

Integrative Production Technology for High-Wage Countries, Brecher, Christian (Ed.), Springer Verlag, ISBN 978-3-642-21067-9

Industrieroboter, Wolfgang Eber, Hanser Verlag, ISBN 978-3-446-41031-2

Robotergreifer, Stefan Hesse et.al, Hanser Verlag, ISBN 3-446-22920-5

Greifer in Bewegung Andreas Wolf, Ralf Steinmann, Hanser Verlag, ISBN 3-446-22932-9

Grundlagen der Handhabungstechnik, Stefan Hesse, Hanser Verlag, ISBN978-3-446-40473-1

Service Roboter Visionen, Rolf Dieter Schraft et. Al, Hanser Verlag,ISBN 3-446-22840-3

Machine Learning, Kevin P. Murphy, MIT Press, ISBN 978-0-262-01802-9

Intelligent Robotics and Applications, LNAI 7102 ff., Springer Verlag

## 8.8 Strömungsmesstechnik

Strömungsmesstechnik (MM08-SMT)					
Modulnummer	Workload	Credits	Studiensem.	Häufigkeit des Angebots	Dauer
08	150h	5	Wintersemester	jährlich	1 Semester
1	<b>Lehrveranstaltungen</b> SMT: Strömungsmesstechnik	<b>Kontaktzeit</b> 64h (2V 2P)	<b>Selbststudium</b> 86h	<b>geplante Gruppengröße</b> V20 P10	
2	<b>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen</b> Die Studierenden lernen reale Aufgabenstellungen aus der Praxis der Strömungsmesstechnik zu lösen. Dazu werden die folgenden Kompetenzen erarbeitet: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aufgabenstellung durch geeignete physikalischen Ersatzmodelle beschreiben</li> <li>- Kenntnis über Methoden der Strömungsmesstechnik, insbesondere Druckverlustmessung, Windkanal, laser-optische Messtechnik Particle Image Velocimetry (PIV), Durchflussmesstechnik</li> <li>- Versuchseinrichtungen passend zur Aufgabenstellung zu definieren und entsprechend ihrer Eignung auswählen</li> <li>- Möglichkeiten der Modelltechnik</li> <li>- strömungsgerechtes Konstruieren</li> <li>- Auswerten und Interpretation von Messergebnissen, Fehleranalyse, fundierte Schlussfolgerungen</li> </ul>				
3	<b>Inhalte</b> Normen und Definitionen, Messfehler, Anwendung von Ähnlichkeitsgesetzen zur Überführung von realem Fall auf experimentelles Modell. Strömungsvisualisierung, Windkanal, Lasertechnik, Laser-optische Messverfahren Particle Image Velocimetry (PIV) und Laser Doppler Anemometrie (LDA), Druckmesstechnik, Durchflussmessung, Mikroskopie, Vergleich von Experimentellen und numerischen (CFD) Daten Praktikum zum Teil als Laborexperimente, zum Teil als Semesterprojekt mit Präsentation				
4	<b>Lehrformen</b> Seminaristischer Unterricht, Laborpraktika, Projektarbeit, Gruppenarbeit				
5	<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>				
6	<b>Prüfungsformen</b> mündliche Prüfung von 60 Minuten oder Semesterarbeit				
7	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</b> Erfolgreiche Teilnahme an den Laborpraktika und bestandene Prüfung oder erfolgreiche Semesterarbeit				
8	<b>Verwendung des Moduls</b> (in anderen Studiengängen)				
9	<b>Stellenwert der Note für die Endnote</b> 5/ Summe der prüfungsrelevanten ECTS				
10	<b>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende</b> Lehrender: Prof. Dr. Ralph Lindken				

## 8.9 Werkstoffauswahl und Anwendung

Werkstoffauswahl und -anwendung (MM08-WA)					
Modulnummer	Workload	Credits	Studiensem.	Häufigkeit des Angebots	Dauer
08	150h	5	Wintersemester	jährlich	1 Semester
<b>1</b>	<b>Lehrveranstaltungen</b> WA: Werkstoffauswahl und -anwendung	<b>Kontaktzeit</b> 64h (2V 1Ü 1P)	<b>Selbststudium</b> 86h	<b>geplante Gruppengröße</b>	
<b>2</b>	<b>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen</b> Die Studierenden verstehen die Zusammenhänge zwischen Struktur und Werkstoffeigenschaften. Sie können Konstruktionswerkstoffe nach Verarbeitungseigenschaften auswählen und Einsatzmöglichkeiten und -grenzen von Konstruktionswerkstoffen bewerten. Sie können Werkstoffe anhand technisch-wissenschaftlicher Aspekte auswählen. Sie beherrschen innovative Werkstofflösungen mit einzubeziehen und ganzheitlich zu bewerten.				
<b>3</b>	<b>Inhalte</b> Allgemeine Aspekte zur Werkstoffauswahl, Ermittlung von Materialanforderungen, Materialauswahl, Werkstoffentscheidung, Informationsbeschaffung. Werkstoffkennwerte, Werkstoffschädigung, Anwendungen technischer Werkstoffe, Guss-, Knet-, Sinterwerkstoffe, Kunststoffe, Verbundwerkstoffe, Leichtbauwerkstoffe. Innovative Werkstofflösungen im Maschinen- und Fahrzeugbau.				
<b>4</b>	<b>Lehrformen</b> Vorlesung, Übung, Präsentationen, Exkursionen				
<b>5</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen</b> Empfohlene Voraussetzung: Werkstoffkunde 1 und 2				
<b>6</b>	<b>Prüfungsformen</b> Bearbeitung eines vorlesungsrelevanten Themas (25%), Vortrag mit Präsentation (25%), mündliche Prüfung (50%) oder Klausur von 90 Minuten (50%) <u>Bonusregelung:</u> Freiwillige Vorleistungen gemäß §9a Master-Rahmenprüfungsordnung können von der/von dem Modulverantwortlichen angeboten werden. Zu Beginn der Vorlesungszeit werden die Hörer darüber informiert, wie diese freiwilligen Vorleistungen zu erbringen sind.				
<b>7</b>	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</b> Bestandene Prüfung				
<b>8</b>	<b>Verwendung des Moduls</b> (in anderen Studiengängen)				
<b>9</b>	<b>Stellenwert der Note für die Endnote</b> 5/ Summe der prüfungsrelevanten ECTS				
<b>10</b>	<b>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende</b> Prof. Dr. Klaus Segtrop/ Prof. Dr. Klaus Segtrop				
<b>11</b>	<b>Sonstige Informationen</b> Handbuch Konstruktionswerkstoffe, Hanser Verlag/ Methodik der Werkstoffauswahl, Hanser Verlag				

## 8.10 Ruhr Master School

Neben den hier aufgeführten Wahlpflichtmodulen können Sie Module aus dem Wahlpflichtangebot der Ruhr Master School belegen. Näheres regelt die Studiengangprüfungsordnung.

Welche dieser Module im laufenden Semester für den Master Maschinenbau anerkannt sind erfahren Sie hier: [www.ruhrmasterschool.de](http://www.ruhrmasterschool.de).

## 9. Masterabschluss

Masterabschluss (MM09-MA/KO)					
Modulnummer	Workload	Credits	Studiensem.	Häufigkeit des Angebots	Dauer
09	900h	30 (25+5)	3. Semester	Winter- /Sommersemester	1 Semester
<b>1</b>	<b>Lehrveranstaltungen</b> MA: Masterarbeit KO: Kolloquium		<b>Kontaktzeit</b> 0h	<b>Selbststudium</b> 900h	<b>geplante Gruppengröße</b>
<b>2</b>	<b>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen</b> <u>MA:</u> Die Studierenden bearbeiten eigenständig eine einschlägige, ingenieurmässige Themenstellung und stellen die angewandten wissenschaftlichen Methoden und Resultate schriftlich vor. <u>KO:</u> Die Studierenden stellen die Ergebnisse der Masterarbeit, ihre fachlichen Grundlagen und ihre interdisziplinären und fächerübergreifenden Zusammenhänge so wie die außerfachlichen Bezüge mündlich dar.				
<b>3</b>	<b>Inhalte</b> Themen werden jeweils nach Forschungsschwerpunkten der einzelnen Labore vergeben bzw. werden von den Studierenden aus dem industriellen Umfeld gewählt				
<b>4</b>	<b>Lehrformen</b>				
<b>5</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen</b> Die Teilnahmevoraussetzungen entnehmen Sie bitte der aktuell gültigen Studiengangsprüfungsordnung.				
<b>6</b>	<b>Prüfungsformen</b> Masterarbeit: Schriftliche Abschlussarbeit (25 ECTS) Vortrag/Kolloquium: mündliche Prüfung (5 ECTS)				
<b>7</b>	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</b> Mit mindestens „ausreichend“ bewertete Prüfungsleistung				
<b>8</b>	<b>Verwendung des Moduls</b> (in anderen Studiengängen)				
<b>9</b>	<b>Stellenwert der Note für die Endnote</b> 30/ Summe der prüfungsrelevanten ECTS				
<b>10</b>	<b>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende</b> PA-Vorsitzender; zuständige Professoren				
<b>11</b>	<b>Sonstige Informationen</b>				