



**Westfälische  
Hochschule**

Gelsenkirchen Bocholt Recklinghausen  
University of Applied Sciences

Fachbereich Maschinenbau, Umwelt- und Gebäudetechnik  
Institut für Maschinenbau

**Modulhandbuch zum  
Masterstudiengang Maschinenbau**

Stand: 10.10.2023

# Modulverzeichnis

Additive Fertigung metallischer Werkstoffe .....	4
Finite Elemente Methode .....	6
Geschäftsprozessmodellierung .....	8
Kolloquium .....	10
Korrosion .....	11
Maschinendynamik.....	12
Masterarbeit .....	14
Mechatronik.....	15
Rechnergestützte Ingenieurmathematik I .....	17
Rechnergestützte Ingenieurmathematik II .....	19
Rechnergestützte Versuchsplanung und -auswertung (Design of Experiments).....	21
Regelungstheorie.....	23
Robotik.....	25
Strukturmechanik.....	27
Thermische Fügechnik .....	29
Verfahren der Fertigungssteuerung .....	30
Wärmeübertragung .....	32
Werkstoffprüfung .....	34

# Vorbemerkungen

Module bestehen in der Regel aus Lehrveranstaltungen, die jeweils von einer bestimmten Lehrveranstaltungsform sein können. Die im Folgenden zu findenden Lehrveranstaltungsformen sind:

- Vorlesung
- Übung
- Praktikum
- Seminar

Die unterschiedlichen Lehrveranstaltungsformen sind mit unterschiedlichen Gruppengrößen bzw. Teilnehmerzahlen kombiniert. Nachfolgende Tabelle gibt an, wie viele Teilnehmer maximal an einer Lehrveranstaltung der angegebenen Form teilnehmen können.

<b>Lehrveranstaltungsform</b>	<b>Maximale Teilnehmerzahl</b>
Vorlesung	Gemäß Aufnahmekapazität
Übung	40
Praktikum	15
Seminar	15

# Modulbeschreibungen

<b>Additive Fertigung metallischer Werkstoffe</b>				
<b>Kürzel:</b> AMM	<b>Workload:</b> 180 h	<b>Credits:</b> 6	<b>Semester:</b> 2.	<b>Umfang (SWS):</b> 4
<b>Modulverantwortliche:</b> Prof. Dr.-Ing. Ghazal Moeini, IWE				
<b>Lehrveranstaltungen / Lehrformen:</b> Seminaristische Vorlesung (3 SWS) Projektbezogenes Praktikum (Gruppenarbeiten im Labor) (1 SWS)				
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen:</b> Nach Abschluss der Vorlesung "Additive Fertigung metallischer Werkstoffe" verfügen die Studierenden über umfassende Grundkenntnisse auf den Gebieten der verschiedenen additiven Fertigungsverfahren, des Verhaltens metallischer Werkstoffe bei der additiven Fertigung und der daraus resultierenden mechanischen Eigenschaften. Sie können die zugeordneten wissenschaftlichen Grundlagen erläutern und anwenden. Anhand der Kette "Prozess-Eigenschaften-Performance" sind die Studierenden in der Lage, eigenständig einen geeigneten Prozess für einen Werkstoff zu konzipieren und ein entsprechend gefertigtes Bauteil gezielt zu bewerten.				
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verfahren der additiven Fertigung</li> <li>• Möglichkeiten und Anwendung der Additiven Fertigung</li> <li>• Verhalten metallischer Werkstoffe bei der additiven Fertigung</li> <li>• Mechanische Eigenschaften additiv gefertigter Komponenten</li> <li>• Post-Processing</li> </ul>				
<b>Voraussetzungen:</b> Grundlagen der Fügetechnik und Werkstofftechnik				
<b>Literatur / Ressourcen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Berger, Uwe; Hartmann, Andreas; Schmid, Dietmar: Additive Fertigungsverfahren. Rapid Prototyping, Rapid Tooling, Rapid Manufacturing. Haan-Gruiten: Verl. Europa-Lehrmittel. 1. Aufl, 2013</li> <li>• Lachmayer, Roland, Lippert, Rene Bastian Additive Manufacturing Quantifiziert, Visionäre Anwendungen und Stand der Technik, Springer Vieweg Verlag, 2017, E-Book: ISBN 978-3-662-54113-5</li> <li>• Internationale Veröffentlichungen</li> </ul>				
<b>Kontaktzeit:</b> 60 h				
<b>Zeit für Selbststudium:</b> 120 h				
<b>Prüfung:</b> Schriftliche Prüfung, Voraussetzung ist die erfolgreiche Teilnahme am projektbezogenen Praktikum				
<b>Modultyp / Verwendbarkeit:</b> Wahlmodul				

**Schlüsselqualifikationen:**

Eigenständigkeit bei der Erarbeitung komplexer Problemlösungen

**Zyklus:**

jährlich im Sommersemester

**Sonstiges:**

Das Praktikum erfolgt auf Basis projektbezogener Gruppenarbeiten, deren Ergebnisse zum Semesterende zu präsentieren sind.

<b>Finite Elemente Methode</b>				
<b>Kürzel:</b> FEM	<b>Workload:</b> 180 h	<b>Credits:</b> 6	<b>Semester:</b> 3.	<b>Umfang (SWS):</b> 4
<b>Modulverantwortlicher:</b> Prof. Dr.-Ing. Klaus Mecking				
<b>Lehrveranstaltungen / Lehrformen:</b> Vorlesung im seminaristischen Stil (Beamer / Overheadprojektor / Tafelanschrieb) mit integrierter Übung sowie Praktikum im Maschinenlabor; Fachexkursion				
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen:</b>  Die Studierenden verstehen nach Absolvierung des Moduls die Finite-Element-Methode als Werkzeug zur mathematischen Approximation partieller Differentialgleichungen mit speziellem Bezug zu mechanischen Problemstellungen. Sie kennen das Verhalten und die Anwendung der im Modul behandelten Elementtypen und sind darüber hinaus in der Lage, eigenständig geeignete Elementtypen für eine gegebene Problemerstellung auszuwählen. Sie können die Ergebnisse einer Finite-Element-Analyse wissenschaftlich beurteilen, deren Qualität einschätzen und kennen Methoden zur Verbesserung der Qualität einer Lösung bzw. die Grenzen der Finite-Element-Methode als numerisches Werkzeug in der Mechanik bzw. Physik. Insbesondere wissen sie, welche Arbeitsschritte eine Finite-Element-Analyse beinhaltet, verstehen diese und sind selbständig in der Lage, eine FE-Analyse für unbekannte Problemstellungen anzufertigen.				
<b>Inhalte:</b>  <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundbegriffe der Numerik</li> <li>• Numerische Lösung von Anfangs- und Randwertproblemen</li> <li>• Methode der gewichteten Residuen</li> <li>• Das Verfahren von Ritz</li> <li>• Die starke und schwache Formulierung</li> <li>• Finite Element Diskretisierung <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Finite Element Formulierung</li> <li>○ Stabelemente einfacher und höherer Ordnung</li> <li>○ Balkenelemente</li> <li>○ Numerische Integration</li> <li>○ Elemente für 2D und 3D Probleme</li> </ul> </li> <li>• Eigenwertprobleme</li> <li>• Numerische Verfahren zur Lösung der Gleichungssysteme</li> </ul>				
<b>Voraussetzungen:</b> Inhalte aus den Modulen Technische Mechanik (Statik, Festigkeitslehre, Dynamik) Mathematische Kenntnisse entsprechend den Modulen Rechnergestützte Ingenieurmathematik I, II				

<b>Literatur / Ressourcen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Knothe, K.: Finite Elemente, Springer Vieweg 2017</li> <li>• Steinke, P.: Finite Element Methode, Springer 2015</li> <li>• Knorrenschild, M.: Numerische Mathematik, Hanser 2010</li> <li>• Bärwolff, B.: Numerik für Ingenieure, Physiker und Informatiker, Springer 2015</li> </ul>
<b>Kontaktzeit:</b> 60 h
<b>Zeit für Selbststudium:</b> Vor- und Nachbereitung 120 h
<b>Prüfung:</b> Schriftliche Prüfung und erfolgreiche Ausarbeitung von Projektarbeiten in den Übungen
<b>Modultyp / Verwendbarkeit:</b> Pflichtmodul
<b>Schlüsselqualifikationen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analytisches Denken</li> <li>• Abstraktionsvermögen</li> </ul>
<b>Zyklus:</b>
<b>Sonstiges:</b>

# Geschäftsprozessmodellierung

<b>Kürzel:</b> GPM	<b>Workload:</b> 180 h	<b>Credits:</b> 6	<b>Semester:</b> 1.	<b>Umfang (SWS):</b> 4
-----------------------	---------------------------	----------------------	------------------------	---------------------------

**Modulverantwortlicher:**  
Prof. Dr.-Ing. Dirk Fröhling

**Lehrveranstaltungen / Lehrformen:**  
Vorlesung, Seminar und Übung

**Lernergebnisse / Kompetenzen:**

Die Studierenden

- sind in der Lage, den Nutzen und die Grenzen dokumentierter Geschäftsprozesse zu verstehen.
- können an Projekten zur Geschäftsprozessmodellierung aktiv mitarbeiten, entsprechende Diagramme in Industriestandard-Notationen anfertigen und beurteilen und sind in der Lage, sich auf Basis der erlernten Begriffe und Zusammenhänge mit fachfremden Personen im industriellen Umfeld austauschen.
- kennen Werkzeuge und Notationen zur Geschäftsprozessmodellierung und können mit ihnen umgehen.
- können z.B. als verantwortlicher Projektmitarbeiter einer maschinenbaulichen Fachabteilung Geschäftsprozesse entwickeln und grafisch modellieren.

**Inhalte:**

- Nutzen der Geschäftsprozessmodellierung
- Beispiele industrieller Geschäftsprozessoptimierungsprojekte
- Modellierungsansätze, Vor- und Nachteile
- Werkzeuge zur Geschäftsprozessmodellierung
- Softwaresysteme zur Geschäftsprozessunterstützung
- Geschäftsprozessmodellierung mit BPMN, EPK und UML

**Voraussetzungen:**

Inhaltlich: IT-Kenntnisse aus dem Bachelor Maschinenbau, Kenntnisse typischer Prozesse in der industriellen Fertigung und Entwicklung

**Literatur / Ressourcen:**

**Materialien:**

- Veranstaltungspräsentationen
- openHPI-Onlinekurs Business Processes: Modeling, Simulation, Execution



- PC-Pool mit Modellierungssoftware (MS Visio, Visual Paradigm Suite, Signavio)

**Literatur:**

- Oestereich, Bernd et al.: Objektorientierte Geschäftsprozessmodellierung mit der UML. dpunkt.verlag 2003
- Allweyer, Thomas: BPMN 2.0 - Business Process Model and Notation: Einführung in den Standard für die Geschäftsprozessmodellierung. Books on Demand, 3. Auflage 2015
- Gadatsch, Andreas: Grundkurs Geschäftsprozessmanagement. Springer Vieweg, 8. Auflage 2017

**Kontaktzeit:**

60 h

**Zeit für Selbststudium:**

Vor- und Nachbereitung 120 h

**Prüfung:**

Schriftliche, zweistündige Prüfung

**Modultyp / Verwendbarkeit:**

Pflichtmodul

**Schlüsselqualifikationen:**

- Abstraktionsvermögen
- Analytisches Denken

**Zyklus:**

Wintersemester

**Sonstiges:**

<b>Kolloquium</b>				
<b>Kürzel:</b> KOL	<b>Workload:</b> 150 h	<b>Credits:</b> 5	<b>Semester:</b> 4.	<b>Umfang (SWS):</b> -
<b>Modulverantwortlicher:</b> ProfessorInnen des Fachbereichs (BetreuerIn der jeweiligen Arbeit)				
<b>Lehrveranstaltungen / Lehrformen:</b> -				
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen:</b> Der Studierende ist befähigt, die Ergebnisse der Masterarbeit, ihre fachlichen und methodischen Grundlagen, ihre Fächer übergreifenden Zusammenhänge und ihre außerfachlichen Bezüge mündlich darzustellen, selbständig zu begründen und ihre Bedeutung für die Praxis einzuschätzen.				
<b>Inhalte:</b> Abhängig vom Thema der Masterarbeit.				
<b>Voraussetzungen:</b> 115 Leistungspunkte aus dem Master-Studiengang (s. MPO)				
<b>Literatur / Ressourcen:</b> Abhängig vom jeweiligen Thema der Masterarbeit.				
<b>Prüfung:</b> Mündliche Prüfung, 20 bis 60 Minuten.				
<b>Modultyp / Verwendbarkeit:</b> Pflichtmodul				
<b>Schlüsselqualifikationen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fähigkeit zur Dokumentation und Präsentation komplexer Themengebiete.</li> <li>• Argumentationsfähigkeit.</li> </ul>				
<b>Zyklus:</b> Sofern die Voraussetzungen erfüllt sind, kann die Anmeldung zum Kolloquium jederzeit erfolgen.				
<b>Sonstiges:</b> -				

<b>Korrosion</b>				
<b>Kürzel:</b> KOR	<b>Workload:</b> 180 h	<b>Credits:</b> 6	<b>Semester:</b> 1.	<b>Umfang (SWS):</b> 4
<b>Modulverantwortliche:</b> Dr. Gabriela Marginean				
<b>Lehrveranstaltungen / Lehrformen:</b> Vorlesung und Praktikum				
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen:</b>  Die Studierenden sind in der Lage, Korrosionsvorgänge zu verstehen, korrosionsadäquate Werkstoffe auszuwählen, Prüfmethoden für verschiedene Korrosionsmechanismen zu beurteilen und deren Ergebnisse zu interpretieren sowie Schadensfälle zu beurteilen.				
<b>Inhalte:</b>  Elektrochemische Grundlagen der Korrosion (Thermodynamik und Kinetik) Korrosionsmechanismen und Erscheinungsformen der Korrosion (Flächenkorrosion, lokale Korrosion) Heißgaskorrosion (Salzschmelzen) bzw. Hochtemperaturkorrosion (HTK) Prüfmethoden Schadenskunde Werkstoffauswahl				
<b>Voraussetzungen:</b> keine				
<b>Literatur / Ressourcen:</b>  <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kaesche: Korrosion der Metalle</li> <li>• Vetter: Elektrochemische Kinetik</li> </ul>				
<b>Kontaktzeit:</b> 60 h				
<b>Zeit für Selbststudium:</b> 180 h				
<b>Prüfung:</b> 2-stündige Klausur				
<b>Modultyp / Verwendbarkeit:</b> Pflichtmodul				
<b>Schlüsselqualifikationen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wissenschaftliche Analyse von Mechanismen</li> <li>• Analytisches Denken</li> </ul>				
<b>Zyklus:</b> Wintersemester				
<b>Sonstiges:</b>				

<b>Maschinendynamik</b>				
<b>Kürzel:</b> MDY	<b>Workload:</b> 180 h	<b>Credits:</b> 6	<b>Semester:</b> 2.	<b>Umfang (SWS):</b> 4
<b>Modulverantwortlicher:</b> Prof. Dr.-Ing. Klaus Mecking				
<b>Lehrveranstaltungen / Lehrformen:</b> Vorlesungen mit begleitender Selbstrechen-Übung. Die Vorlesung findet in seminaristischer Form an der Tafel, am Overheadprojektor und am PC (Beamer) statt.				
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen:</b>  Die Studierenden sind nach Absolvierung des Moduls eigenständig in der Lage Problemstellung aus der Maschinendynamik zu bearbeiten und zu lösen. Sie kennen und verstehen die unterschiedlichen Schwingungsmodelle der Maschinendynamik, von denen im Modul einige, in der industriellen Praxis häufig verwendeten, vorgestellt werden, und wissen, welche Vereinfachungen dabei angenommen wurden und wie sich diese auf die Lösung auswirken. Weiterhin sind sie in der Lage selbständig Schwingungsprobleme aus der Praxis mit Hilfe der mechanischen Ersatzmodelle auch bei neuen, unbekannt Problemstellungen zu beschreiben und das mathematische Problem mit den dazugehörigen Randbedingungen zu entwickeln und ggf. zu lösen. Integraltransformationen und Fourier-Reihen sind für die Studierenden bekannte Werkzeuge zur Lösung von dynamischen Problemen bzw. zur Aufbereitung von industriellen Rohdaten. Als Werkzeug zur Lösung kennen sie z.B. die Software Mathematica aus dem Modul Rechnergestützte Ingenieurmathematik I. Die ermittelten Lösungen können sie interpretieren und dabei beurteilen, ob das jeweilige mechanische Modell das betrachtete Problem hinreichend genau beschreibt.				
<b>Inhalte:</b>  <ul style="list-style-type: none"> <li>• Darstellung Modulierter Schwingungen</li> <li>• Maschinen mit einem Freiheitsgrad <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Aufstellung der Bewegungsgleichungen mit Hilfe der Lagrange'schen Gleichung</li> <li>○ Lösen der Bewegungsgleichungen</li> </ul> </li> <li>• Gebrauch von Integraltransformationen bei Schwingungsproblemen <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Fourier-Reihen und Fourier-Transformation</li> <li>○ Laplace-Transformation</li> </ul> </li> <li>• Berechnung von Fundamentlasten von harmonisch und transient angelegten Systemen</li> <li>• Maschinen mit mehreren Freiheitsgraden <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Entkopplung der Bewegungsgleichungen</li> <li>○ Schwingungstilgung Schwingungsisolierung,</li> </ul> </li> <li>• Torsionsschwinger und Schwingerketten</li> </ul>				

<p><b>Voraussetzungen:</b>          Inhalte aus den Modulen Technische Mechanik (Statik, Festigkeitslehre, Dynamik)          Mathematische Kenntnisse entsprechend dem Modul Rechnergestützte Ingenieurmathematik I</p>
<p><b>Literatur / Ressourcen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Skript und Aufgabensammlung zur Vorlesung</li> <li>• Dresig, H.: Holzweißig, F.: Maschinendynamik; Springer-Verlag 2009</li> <li>• Brommundt, E.: Schwingungslehre mit Maschinendynamik, Springer 2014</li> <li>• Irretier, H.: Grundlagen der Schwingungstechnik 1, 2, Vieweg 2001</li> <li>• Wittenburg, J.: Schwingungslehre, Springer 2008</li> </ul>
<p><b>Kontaktzeit:</b>          60 h</p>
<p><b>Zeit für Selbststudium:</b>          Vor- und Nachbereitung 120 h</p>
<p><b>Prüfung:</b>          Schriftliche, zweistündige Prüfung</p>
<p><b>Modultyp / Verwendbarkeit:</b>          Wahlmodul</p>
<p><b>Schlüsselqualifikationen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analytisches, logisches Denken</li> <li>• Abstraktionsvermögen</li> <li>• Selbstständiges Lösen komplexer Aufgabe</li> </ul>
<p><b>Zyklus</b>          Wintersemester</p>
<p><b>Sonstiges:</b></p>

<b>Masterarbeit</b>				
<b>Kürzel:</b> MA	<b>Workload:</b> 750 h	<b>Credits:</b> 25	<b>Semester:</b> 4.	<b>Umfang (SWS):</b> -
<b>Modulverantwortlicher:</b> ProfessorInnen des Fachbereichs (BetreuerIn der jeweiligen Arbeit)				
<b>Lehrveranstaltungen / Lehrformen:</b> -				
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen:</b> Studierende sind in der Lage, innerhalb einer vorgegebenen Frist eine Themenstellung aus dem Fachgebiet Maschinenbau sowohl in ihren fachlichen Einzelheiten als auch in den fachübergreifenden Zusammenhängen nach wissenschaftlichen und fachpraktischen Methoden selbständig zu bearbeiten und Lösungsstrategien zu entwickeln.				
<b>Inhalte:</b> Die Inhalte der Masterarbeit sind themenabhängig. Das Thema der jeweiligen Masterarbeit wird von einer/einem Professorin/Professor des Fachbereichs ausgegeben. Studierende können Vorschläge für Themen machen.				
<b>Voraussetzungen:</b> Siehe MPO				
<b>Literatur / Ressourcen:</b> Abhängig vom jeweiligen Thema.				
<b>Prüfung:</b> Schriftliche Ausarbeitung des Themas der Masterarbeit.				
<b>Modultyp / Verwendbarkeit:</b> Pflichtmodul				
<b>Schlüsselqualifikationen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Planung, Konzeption und Durchführung einer umfangreichen Themenstellung</li> <li>• selbstständige Erarbeitung und Analyse komplexer Themengebiete</li> <li>• Dokumentation der Ergebnisse von umfangreichen und anspruchsvollen Arbeiten</li> <li>• Durchhaltevermögen</li> <li>• Zielstrebigkeit</li> </ul>				
<b>Zyklus:</b> Die Anmeldung und anschließende Anfertigung einer Masterarbeit kann bei Vorliegen der Voraussetzungen jederzeit erfolgen.				
<b>Sonstiges:</b> Bearbeitungsdauer: ca. 15-22 Wochen				

<b>Mechatronik</b>				
<b>Kürzel:</b> MT	<b>Workload:</b> 180 h	<b>Credits:</b> 6	<b>Semester:</b> 1.	<b>Umfang (SWS):</b> 4
<b>Modulverantwortliche:</b> Prof. Dr.-Ing. Jürgen Dunker, Prof. Dr.-Ing. Dirk Fröhling				
<b>Lehrveranstaltungen / Lehrformen:</b> Vorlesung, Übung				
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen:</b>				
<p>Auf der Basis eines konkreten Fallbeispiels (z.B. eines einachsigen, selbstbalancierenden Rollers) haben die Studierenden die Mechatronik zum Ende der Veranstaltung als interdisziplinäres Fachgebiet kennen gelernt. Die Studierenden sind selbstständig in der Lage, mechatronische Systeme zu modellieren, regelungstechnisch geeignet auszulegen und zu programmieren. Sie kennen typische Komponenten mechatronischer Systeme und sie sind in der Lage, derartige Komponenten für bestimmte Anforderungen zu dimensionieren und in Betrieb zu nehmen. Die Studierenden sind in der Lage, mechanisch-konstruktive, regelungstechnische, elektrotechnische und informatische Teilprobleme im Gesamtkontext zu verstehen und auf dieser Basis entsprechende Lösungen zu entwickeln. Sie sind in der Lage, unterschiedliche Lösungsansätze zu bewerten und können hierzu ggf. mit entsprechenden Modellierungs- und Simulationswerkzeugen gezielt Daten sammeln und wissenschaftlich auswerten. Darüber hinaus werden die Studierenden in die Lage versetzt, hierzu notwendiges Werkzeugwissen selbst erarbeiten zu können und sich neue Anwendungsgebiete selbstständig erschließen zu können.</p> <p>Sonstige Lernergebnisse:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aus relativ simplen Teilsystemen Systeme integrieren können, die komplexes Gesamtverhalten zeigen.</li> <li>• Naturwissenschaftlich-technische Probleme wissenschaftlich analysieren und lösen können.</li> </ul>				
<b>Inhalte:</b>				
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gegenstandsgebiete und Begriffe</li> <li>• Sensorik und Aktorik industrieller mechatronischer Systeme</li> <li>• Modellbildung und Regelung mechatronischer Systeme</li> <li>• Simulation mechatronischer Systeme</li> <li>• Datenverarbeitung in mechatronischen Systemen (Mikrocontroller, Pulsweitenmodulation, AD-Wandlung, ...)</li> <li>• Leistungselektronik in mechatronischen Systemen</li> <li>• Arbeiten mit MATLAB und Simulink</li> <li>• Fallbeispiel</li> </ul>				

<p><b>Voraussetzungen:</b>          Inhaltlich: Mechanik-, Elektrotechnik-, Regelungstechnik- und IT-Grundlagen des Bachelors Maschinenbau</p>
<p><b>Literatur / Ressourcen:</b></p> <p><b>Materialien:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Veranstaltungspräsentationen</li> <li>• Mikrocontroller-Boards, Elektronik, selbstbalancierender Scooter</li> </ul> <p><b>Literatur:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reuter, Manfred; Zacher, Serge: Regelungstechnik für Ingenieure. Springer Vieweg, 15. Auflage 2017</li> <li>• Flegel, Georg; Birnstiel, Karl; Nerreter, Wolfgang: Elektrotechnik für Maschinenbau und Mechatronik. Hanser Fachbuch, 10. Auflage 2016</li> <li>• Lutz, Holger; Wendt, Wolfgang: Taschenbuch der Regelungstechnik mit MATLAB und Simulink. Verlag Harri Deutsch, 9. Auflage 2012</li> <li>• Bode, H.: Systeme der Regelungstechnik mit MATLAB und Simulink, Oldenbourg-Verlag, 2012</li> <li>• Brühlmann, T.: Arduino Praxiseinstieg, mitp-Verlag, 2015</li> <li>• Hering, E.; Steinhart, H. (Hrsg.): Taschenbuch der Mechatronik, Fachbuchverlag Leipzig, 2015</li> <li>• Mann, H.; Schiffelgen, H.; Frioriep, R.: Einführung in die Regelungstechnik, Hanser-Verlag, 2009</li> <li>• Beucher, O.: MATLAB und Simulink, mitp Verlag, 2013</li> <li>• Kutzner, R., Schoof, S.: MATLAB/Simulink: Eine Einführung, RRZN-Handbuch, 2011</li> </ul>
<p><b>Kontaktzeit:</b>          60 h</p>
<p><b>Zeit für Selbststudium:</b>          Vor- und Nachbereitung 120 h</p>
<p><b>Prüfung:</b>          Schriftliche, zweistündige Prüfung</p>
<p><b>Modultyp / Verwendbarkeit:</b>          Pflichtmodul</p>
<p><b>Schlüsselqualifikationen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fächerübergreifendes Denken</li> <li>• Transfervermögen</li> </ul>
<p><b>Zyklus:</b>          Wintersemester</p>
<p><b>Sonstiges:</b></p>



<b>Rechnergestützte Ingenieurmathematik I</b>				
<b>Kürzel:</b> RI 1	<b>Workload:</b> 180 h	<b>Credits:</b> 6	<b>Semester:</b> 1.	<b>Umfang (SWS):</b> 4
<b>Modulverantwortlicher:</b> Prof. Dr.-Ing. Christian Becker				
<b>Lehrveranstaltungen / Lehrformen:</b> Vorlesung, Übung (auch am PC)				
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen:</b> Nach erfolgreichem Abschluss dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage <ul style="list-style-type: none"> <li>• Computer-Algebra-Systeme (CAS) zur Lösung mathematisch-technischer Problemstellungen zu verwenden und diese Lösungen in komplexeren Programmstrukturen zu verwenden.</li> <li>• Vektoren, Kurven, Flächen und allgemeine räumliche Gebiete zu visualisieren.</li> <li>• komplexe Fragestellungen im Rahmen von nichtlinearen bzw. überbestimmten Gleichungssystemen zu lösen.</li> <li>• Daten mittels Polynomapproximationen funktional verfügbar zu machen.</li> <li>• gewöhnliche lineare Differentialgleichungen 1. und 2. Grades numerisch zu lösen.</li> <li>• die hier gelehrt Inhalte und Konzepte in anderen Fachdisziplinen insbesondere im MINT-Kontext lösungsorientiert anzuwenden.</li> </ul>				
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung CAS am Beispiel von Mathematica</li> <li>• Visualisierungen</li> <li>• Gleichungssysteme (überbestimmt und bestimmt-nichtlinear)</li> <li>• Interpolation/Approximation (Polynome) 1d und 2d</li> <li>• Numerische Lösung gewöhnlicher Differentialgleichungen 1. und 2. Ordnung</li> <li>• Ausblick: Numerische Methoden (FEM und FDM)</li> </ul>				
<b>Voraussetzungen:</b> Inhaltlich: <i>Mathematische Kenntnisse entsprechend den Modulen Mathematik I und II des Bachelor-Studiengangs Maschinenbau, Erfahrung mit der Anwendung mathematischer Methoden in Bereichen wie Regelungstechnik und Mechanik</i>				
<b>Literatur / Ressourcen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mathematica: programmeigene Hilfsdokumentation</li> </ul>				

<ul style="list-style-type: none"> <li>Numerische Mathematik. Eine beispielorientierte Einführung. M. Knorrenschild. Hanser Verlag.</li> </ul>
<b>Kontaktzeit:</b> 60 h
<b>Zeit für Selbststudium:</b> Vor- und Nachbereitung 120 h
<b>Prüfung:</b> Schriftliche, zweistündige Prüfung
<b>Modultyp / Verwendbarkeit:</b> Pflichtmodul
<b>Schlüsselqualifikationen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Logisches Denken</li> <li>Analytische Fähigkeiten</li> </ul>
<b>Zyklus:</b> Wintersemester
<b>Sonstiges:</b>

<b>Rechnergestützte Ingenieurmathematik II</b>				
<b>Kürzel:</b> RI 2	<b>Workload:</b> 180 h	<b>Credits:</b> 6	<b>Semester:</b> 2.	<b>Umfang (SWS):</b> 4
<b>Modulverantwortliche:</b> Prof. Dr. Sonja Grothe				
<b>Lehrveranstaltungen / Lehrformen:</b> Vorlesung, Übung				
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen:</b> Das Modul soll Kenntnisse und Fähigkeiten vermitteln, komplexe ingenieurmathematische Aufgabenstellungen zu bewältigen. Die erlernten Zusammenhänge werden in Gruppenarbeit in Übungen vertieft und verfestigt. Nach erfolgreicher Teilnahme sind die Studierenden in der Lage, räumlich veränderliche Systeme (z.B. strömende Gase und Flüssigkeiten oder elektromagnetische Felder) mathematisch zu erfassen und deren räumliche Veränderungen lokal (d.h. an einem Punkt) und global (d.h. über ein Raumgebiet) zu beschreiben. Die Studierenden sind nach Absolvierung des Moduls in der Lage dynamische Systeme, wie sie an den Schnittstellen von verschiedenen Ingenieurdisziplinen auftreten, zu beschreiben, Lösungen zu entwickeln und diese zu beurteilen.				
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analysis von mehreren Veränderlichen</li> <li>• Vektoranalysis: Felder, Differentialoperatoren, Linien-, Oberflächen- und Volumenintegrale, Integralsätze</li> <li>• Spezielle Koordinatensysteme</li> <li>• Partielle Differentialgleichungen: Lösungsmethoden, Rand- und Anfangswertprobleme</li> </ul>				
<b>Voraussetzungen:</b> Rechnergestützte Ingenieurmathematik I. Inhaltlich: <i>Mathematica/Matlab-Programmierung, mathematische Kenntnisse entsprechend den Modulen Mathematik I und II des Bachelor-Studiengangs Maschinenbau, Erfahrung mit der Anwendung mathematischer Methoden in Bereichen wie Regelungstechnik und Mechanik</i>				
<b>Literatur / Ressourcen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Campus-Lizenz Mathematica</li> <li>• Papula: <i>Mathematik für Ingenieure und Naturwissenschaftler</i>, Band 3, Springer Verlag, 7.Auflage (2016)</li> <li>• Göllmann: <i>„Mathematik für Ingenieure: Verstehen, Rechnen, Anwenden“</i>, Band 2, Springer Verlag (2017)</li> <li>• Lang: <i>„Mathematische Methoden in der Physik“</i>, Springer-Verlag, 3.Auflage (2016)</li> </ul>				

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Burg: „Vektoranalysis“, Springer-Verlag, 2.Auflage (2012)</li> <li>• Göllmann: „Mathematik für Ingenieure: Verstehen, Rechnen, Anwenden“, Band 1, Springer Verlag (2017)</li> </ul>
<b>Kontaktzeit:</b> 60 h
<b>Zeit für Selbststudium:</b> Vor- und Nachbereitung 120 h
<b>Prüfung:</b> Schriftliche Prüfung (120 min)
<b>Modultyp / Verwendbarkeit:</b> Pflichtmodul
<b>Schlüsselqualifikationen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Logisches Denken</li> <li>• Analytische Fähigkeiten</li> </ul>
<b>Zyklus:</b> Sommersemester
<b>Sonstiges:</b>

## Rechnergestützte Versuchsplanung und -auswertung (Design of Experiments)

<b>Kürzel:</b> DoE	<b>Workload:</b> 180 h	<b>Credits:</b> 6	<b>Semester:</b> 1.	<b>Umfang (SWS):</b> 4
-----------------------	---------------------------	----------------------	------------------------	---------------------------

**Modulverantwortlicher:**  
Prof. Dr.-Ing. Ali Zahedi

### Lehrveranstaltungen / Lehrformen:

Vorlesung im seminaristischen Stil (Beamer / Overheadprojektor / Tafelanschrieb) mit begleitender Übung/Praktikum (Rechnerarbeitsplatz sowie Praxisversuch im Maschinenlabor)

### Lernziele:

Studierende, die dieses Modul erfolgreich absolviert haben, beherrschen elementare statistische Verfahren unter Verwendung eines Rechnerprogrammes. Sie erlangen Methodenkompetenz bei der Anwendung einer Verfahrensbibliothek zur Versuchsplanung und -auswertung in komplexen Versuchen. Sie können die anhand von Fallbeispielen/Experimenten erworbenen Kenntnisse zur Vorgehensweise in der Versuchsplanung und -durchführung abstrahieren und somit erfolgreich in neuen unvertrauten Aufgabenstellungen anwenden. Sie sind in der Lage erzielte Ergebnisse kritisch zu hinterfragen und wissenschaftlich fundierte Beurteilungen zu formulieren.

Das Modul zielt primär auf technische Fragestellungen in Industrieunternehmen. Auf Basis der erworbenen Kenntnisse sind Studierende aber auch in der Lage ähnlich gelagerte Fragestellungen, z. B. aus klinischen Studien o.ä., erfolgreich Lösungen zu entwickeln.

### Inhalte:

- Grundlagen der Statistik (Verteilung, Grenzwertsätze, Hypothesentests)
- Systematik in der Versuchsdurchführung / Einfache Versuche
- Voll- und teilfaktorielle Versuchspläne, Screening
- Regressionsanalyse, Versuchspläne für nicht-lineare Zusammenhänge
- Optimierungsverfahren

### Voraussetzungen:

keine

### Literatur / Ressourcen:

- Shardt, Yuri A. W.; Weiß, Heiko: Methoden der Statistik und Prozessanalyse, Springer Vieweg Berlin, Heidelberg 2021
- Schneider, Mario: Datenanalyse für Naturwissenschaftler, Mediziner und Ingenieure, Springer Spektrum Berlin, Heidelberg 2020
- Box, G.E.P.; Hunter, J.S.; Hunter, W.G.: Statistics for Experimenters, 2nd edition, Wiley Interscience New Jersey 2005
- Box, G.E.P.; Draper, N.R.: Response Surfaces, Mixtures, and Ridge Analyses, 2nd edition, Wiley Interscience New Jersey 2007
- Gimpel, Bernd: Qualitätsgerechte Optimierung von Fertigungsprozessen, VDI Verlag Düsseldorf 1991

- Klein, Bernd: Versuchsplanung – DoE; 2. Auflage, Oldenbourg Verlag München Wien 2007
- Kleppmann, Wilhelm: Taschenbuch Versuchsplanung, 9. überarbeitete Auflage; München Wien: Carl Hanser Verlag, 2016
- Montgomery, D.C.: Design and Analysis of Experiments, 7th edition, Wiley Interscience New Jersey 2009
- Petersen, H.: Grundlagen der statistischen Versuchsplanung; Ecomed Verlag, Landsberg/Lech 1991
- Rasch, D.; Verdoorem, L.R.; Gowers, J.I.: Planung und Auswertung von Versuchen und Erhebungen; 2. Auflage, Oldenbourg Verlag München Wien, 2007
- Siebertz, K.; van Bebber, D.; Holzkirchen, T.: Statistische Versuchsplanung, Springer Verlag Berlin Heidelberg 2010

Weitere Hinweise in der Lehrveranstaltung

**PC Pool / Softwareprogramm Q-DAS destra**

**Kontaktzeit:**

60 h

**Zeit für Selbststudium:**

Vor- und Nachbereitung 120 h

**Prüfung: Schriftliche Prüfung (90min);**

Voraussetzung ist die erfolgreiche Teilnahme am Praktikum

**Modultyp / Verwendbarkeit:**

Pflichtmodul

**Schlüsselqualifikationen:**

Analytisches und logisches Denken

Selbständige Bearbeitung komplexer Aufgabenstellungen in unvertrauten Situationen

**Zyklus:**

Modul wird jährlich im Wintersemester angeboten

**Sonstiges:**

<b>Regelungstheorie</b>				
<b>Kürzel:</b> RT	<b>Workload:</b> 180 h	<b>Credits:</b> 6	<b>Semester:</b> 3.	<b>Umfang (SWS):</b> 4
<b>Modulverantwortlicher:</b> Prof. Dr. Axel Oleff				
<b>Lehrveranstaltungen / Lehrformen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung Regelungstheorie (2 SWS)</li> <li>• Übung Regelungstheorie (1 SWS)</li> <li>• Praktikum Regelungstheorie (Anwendung von CAE-Programmen) (1 SWS)</li> </ul>				
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen:</b> <p>Die Studierenden besitzen weiterführende Kenntnisse in der Regelungstechnik als methodische Ingenieurwissenschaft. Dabei werden insbesondere über die „klassischen“ Verfahren hinausgehende Methoden der Analyse und Synthese von komplexen Systemen behandelt: weiterführende Stabilitätsbetrachtungen, Theorien im Zustandsraum, Mehrgrößensysteme, zeitdiskrete Systeme (digitale Regelung), nichtlineare Systeme, Fuzzy-Regelungssysteme.</p> <p>Die Studierenden sind mit diesem Wissen in der Lage, auch komplexe Regelungs- und Automatisierungsprojekte auszuarbeiten. Die theoretischen Grundlagen zur Einarbeitung in moderne Systemtheorien sind vorhanden.</p>				
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Stabilität linearer kontinuierlicher Regelungssysteme</b></li> <li>• Beiwertebedingungen</li> <li>• Hurwitz-Kriterium und Routh-Kriterium</li> <li>• Nyquist-Kriterium in Ortskurven- und Frequenzkennlinien-Darstellung</li> <li>• Wurzelortkurven zur Synthese von Regelkreisen und zur Beurteilung der Stabilitätsgüte</li> <li>• <b>Mehrgrößensysteme</b></li> <li>• Kanonische Strukturen</li> <li>• Entkopplungsproblem</li> <li>• Stabilität von Mehrfach-Regelungssystemen</li> <li>• <b>Nichtlineare Systeme</b></li> <li>• Zustandsebene</li> <li>• Methode der Beschreibungsfunktion</li> <li>• Stabilitätsanalyse mit der Zwei-Ortkurven-Methode</li> <li>• Stabilitätskriterium von Popov</li> <li>• <b>Systembeschreibung im Zustandsraum</b></li> <li>• Normalformen der Zustandsgleichung, Frobenius-Form, Jordan-Form</li> <li>• Lösung der Zustandsgleichungen, Fundamentalmatrix</li> <li>• Steuerbarkeit, Beobachtbarkeit</li> <li>• Synthese durch Polvorgabe</li> <li>• Zustandsschätzung durch Beobachter</li> <li>• <b>Zeitdiskrete Systeme (digitale Regelung)</b></li> </ul>				

- Regelalgorithmen für die digitale Regelung
- Darstellung zeitdiskreter Systeme im Zustandsraum
- Z-Transformation
- Darstellung zeitdiskreter Systeme im Frequenzbereich
- **Fuzzy-Regelungen**
- Fuzzyfizierung und Defuzzifizierung
- Fuzzy-Mengen, Linguistische Größen, Zugehörigkeitsfunktionen,
- Operationen der Fuzzy-Logik
- Fuzzy-Inferenzmaschine
- Defuzzifizierung mit der Schwerpunktmethode und der Singleton-Methode

**Voraussetzungen:**

Grundlagen der Mess- und Regelungstechnik

**Literatur / Ressourcen:**

- Vorlesungsskript
- O. Föllinger, D. Franke: „Einführung in die Zustandsbeschreibung dynamischer Systeme“, München
- O. Föllinger: „Nichtlineare Regelungen“, Bd. 1/2, München
- O. Föllinger: „Lineare Abtastsysteme“, München/Wien
- J. Lunze: „Regelungstechnik“, Bd. 1/2, Heidelberg
- E. Freund: „Regelungssysteme im Zustandsraum“, Bd. 1/2, München/Wien
- H. Unbehauen: „Regelungstechnik“, Bd. 1-3, Braunschweig/Wiesbaden
- R. Unbehauen: „Systemtheorie“, Bd. 1/2, München
- R. Isermann: „Digitale Regelsysteme“, Bd. 1/2, Berlin
- R. Isermann: „Identifikation dynamischer Systeme“, Bd. 1/2, Berlin/ Heidelberg

**Kontaktzeit:**

60 h

**Zeit für Selbststudium:**

Vor- und Nachbereitung 120 h

**Prüfung:**

2-stündige schriftliche Prüfung

**Modultyp / Verwendbarkeit:**

Pflichtmodul

**Schlüsselqualifikationen:**

Eigenständigkeit bei der Lösung von komplexen Automatisierungsaufgaben, Fähigkeit zur Abstraktion in der Systemdarstellung

**Zyklus:**

Das Modul wird jährlich jeweils im Wintersemester angeboten.

**Sonstiges:**

Das Modul ist auch für den Masterstudiengang Energiesystemtechnik anwendbar.



<b>Robotik</b>				
<b>Kürzel:</b> ROB	<b>Workload:</b> 180 h	<b>Credits:</b> 6	<b>Semester:</b> 2.	<b>Umfang (SWS):</b> 4
<b>Modulverantwortlicher:</b> Prof. Dr. Jürgen Dunker				
<b>Lehrveranstaltungen / Lehrformen:</b> Vorlesung, Übung, Projektarbeit				
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen:</b>				
<p>Nach Abschluss der Veranstaltung sind die Studierenden mit den Grundlagen der Robotik vertraut. Sie kennen entsprechende Einsatzgebiete, Bauformen, Begriffe und Kenngrößen. Die Studierenden können (Roboter-)Koordinatensysteme voneinander unterscheiden und entsprechende Transformationen vornehmen. Darüber hinaus haben die Studierenden einen Überblick über den Befehlsvorrat von Roboterprogrammiersprachen; sie sind zudem in der Lage, einen exemplarischen Industrieroboter zu programmieren. Die Studierenden sind in der Lage, Roboter mit Sensorik auszustatten; sie verfügen weiterhin über Kenntnisse im Bereich der Bildverarbeitung, so dass z.B. bildverarbeitungsgestützte Robotik-Szenarien aufgesetzt werden können. Darüber hinaus haben die Studierenden ein Verständnis für typische Probleme im Anwendungsbereich autonomer Roboter (Lokalisierung, Sensordatenverarbeitung in unstrukturierten Umgebungen ...) und sind in der Lage, entsprechende Problemlösungsansätze zu entwickeln und einzuordnen. Die Studierenden sind in der Lage, das in der Veranstaltung Gelernte mit Inhalten aus anderen Modulen (z.B. Regelungstechnik, Mechanik, Konstruktion, Informatik, Mechatronik,...) so zu vernetzen, dass sie Roboter als mechatronische Systeme vollständig durchdringen und eigenständig Roboter entwerfen können.</p> <p>Sonstige Lernergebnisse:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aus relativ simplen Teilsystemen Systeme integrieren, die relativ komplexes Gesamtverhalten zeigen</li> <li>• Naturwissenschaftlich-technische Probleme systematisch analysieren und lösen können</li> </ul>				
<b>Inhalte:</b>				
<p>Die Veranstaltung führt ein in die Robotik bzw. Roboterdatenverarbeitung, wobei besonderes Augenmerk auf Sensordatenverarbeitung und hier insbesondere die Bildverarbeitung gelegt wird. Als Experimentierplattform dienen zum einen mehrere autonome Roboter, die mit entsprechender Peripherie zur Farb-, Abstands-, Geräusch- oder auch Positionsdetektion ausgestattet werden können. Zum anderen steht ein 6-achsiger Industrieroboter zur Verfügung, der im Rahmen der Veranstaltung mit Bildverarbeitungssensorik ausgestattet wird, so dass industrietypische bildverarbeitungsgestützte Szenarien bearbeitet werden können.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Begriffe, Einsatzgebiete, Bauformen von Robotern</li> <li>• Koordinatensysteme, Transformationen, inverse (Roboter-)Kinematik</li> </ul>				

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Programmierung von Industrierobotern</li> <li>• Sensordatenverarbeitung (insbesondere Bildverarbeitung)</li> <li>• Aufbau und Einsatz autonomer Roboter</li> <li>• Einsatz von Simulationswerkzeugen (Robotersimulationsprogramme, MATLAB)</li> <li>• Maschinelles Lernen</li> </ul>
<p><b>Voraussetzungen:</b> Abgeschlossenes Bachelorstudium, das Kenntnisse in höherer Mathematik, Mechanik, Regelungstechnik und Konstruktion vermittelt. Abgeschlossenes Mastermodul zur rechnergestützten Ingenieurmathematik.</p>
<p><b>Literatur / Ressourcen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Veranstaltungsskript</li> <li>• Bagnall, B. Building Robots with Java-Brains Variant Press, 2007</li> <li>• Burger, W, Burge, M.J. Digitale Bildverarbeitung, Springer-Verlag, 2015</li> <li>• Quigley, M., Gerkey, B., Smart, W.D. Programming Robots with ROS O'Reilly, 2015</li> <li>• Rashid, T Make Your Own Neural Network CreateSpace Independent Publishing Platform, 2016</li> <li>• Stark, G. Robotik mit MATLAB Carl Hanser Verlag, 2009</li> </ul>
<p><b>Kontaktzeit:</b> 60 h</p>
<p><b>Zeit für Selbststudium:</b> Vor- und Nachbereitung 120 h</p>
<p><b>Prüfung:</b> Projektarbeit</p>
<p><b>Modultyp / Verwendbarkeit:</b> Wahlmodul</p>
<p><b>Schlüsselqualifikationen:</b> Dokumentations- und Präsentationskompetenz</p>
<p><b>Zyklus:</b> Sommersemester</p>
<p><b>Sonstiges:</b></p>

<b>Strukturmechanik</b>				
<b>Kürzel:</b> STM	<b>Workload:</b> 180 h	<b>Credits:</b> 6	<b>Semester:</b> 2.	<b>Umfang (SWS):</b> 4
<b>Modulverantwortlicher:</b> Prof. Dr. Klaus Mecking				
<b>Lehrveranstaltungen / Lehrformen:</b> Vorlesungen mit begleitender Selbststrecken-Übung. Die Vorlesung findet in seminaristischer Form am Tablet und PC (Beamer) statt.				
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen:</b>  <p>Aufbauend auf den Modulen Technische Mechanik I, II, III (Statik, Festigkeitslehre und Dynamik) aus dem Bachelor erlernen die Studierenden im Modul Strukturmechanik den Umgang mit den Prinzipien der Mechanik. Darüber hinaus können sie die Prinzipie der Mechanik auf reale Probleme anwenden und sind imstande die klassische Ersatzmodelle hinsichtlich der vereinfachenden Annahmen und der daraus resultierenden Folgerungen zu beurteilen. Sie verstehen den Nutzen der Prinzipie und sind in der Lage mit ihrer Hilfe Lösungen für praktische, industrielle Problemstellungen z. B. aus der Regelungstechnik oder Mechatronik, zu entwickeln und zu beurteilen.</p> <p>Darüber hinaus werden die Studierenden in die Lage versetzt komplexere Aufgabenstellungen aus der Mechanik selbständig zu bearbeiten, die in den Grundvorlesungen Technische Mechanik nicht enthalten sind. Hierzu zählen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Querschubprobleme;</li> <li>• Torsion von dünnwandigen Profilen;</li> <li>• Zwei- und dreidimensionale mechanische Ersatzstrukturen.</li> </ul> <p>Insbesondere bei den zuletzt genannten kennen die Studierenden die Möglichkeiten und Risiken, die Ersatzmodelle bieten. Und wissen, dass hinter den Lösungen und Darstellungen realitätsnah erscheinender Strukturmodelle vereinfachte mechanische Ersatzmodelle sowie mathematische Näherungsverfahren stecken, deren Aussagekraft immer limitiert ist und können diese in diesem Sinne für wissenschaftliche Fragestellungen nutzen.</p>				
<b>Inhalte:</b>  <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prinzipie der Mechanik <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Das Prinzip der virtuellen Arbeit</li> <li>○ Das Prinzip von d'Alembert</li> <li>○ Lagrange Gleichungen 2. Art</li> </ul> </li> <li>• Schubspannung in Biegebalken infolge von Querkräften <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Der Schubmittelpunkt</li> </ul> </li> <li>• Torsion von Balken <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Torsion dünnwandiger geschlossener Profile</li> <li>○ Torsion dünnwandiger offener Profile</li> </ul> </li> <li>• Energiemethoden der Elastostatik <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Äußere und komplementäre Arbeit</li> <li>○ Arbeitssätze von Betti und Maxwell</li> <li>○ Die Sätze von Castigliano und Menabrea</li> </ul> </li> </ul>				

○ Das Prinzip der virtuellen Arbeit für elastische Systeme
<p><b>Voraussetzungen:</b>          Inhalte aus den Modulen Technische Mechanik (Statik, Festigkeitslehre, Dynamik)          Mathematische Kenntnisse entsprechend dem Modul Rechnergestützte Ingenieurmathematik I aus dem Master</p>
<p><b>Literatur / Ressourcen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Skript und Aufgabensammlung zur Vorlesung</li> <li>• Gross, D.; Hauger, W.; Wriggers, P.: Technische Mechanik 1-4;</li> <li>• Szabó, I.: Höhere Technische Mechanik</li> <li>• Mahnken, R.: Lehrbuch der Technischen Mechanik (Statik, Elastostatik, Dynamik), Springer 2015</li> </ul>
<p><b>Kontaktzeit:</b>          60 h</p>
<p><b>Zeit für Selbststudium:</b>          Vor- und Nachbereitung 120 h</p>
<p><b>Prüfung:</b>          Schriftliche, zweistündige Prüfung</p>
<p><b>Modultyp / Verwendbarkeit:</b>          Pflichtmodul</p>
<p><b>Schlüsselqualifikationen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analytisches, logisches Denken</li> <li>• Abstraktionsvermögen</li> <li>• Selbstständiges Lösen komplexer Aufgaben</li> </ul>
<p><b>Zyklus:</b>          Sommersemester</p>
<p><b>Sonstiges:</b></p>

<b>Thermische Fügechnik</b>				
<b>Kürzel:</b> THF	<b>Workload:</b> 180 h	<b>Credits:</b> 6	<b>Semester:</b> 2.	<b>Umfang (SWS):</b> 4
<b>Modulverantwortliche:</b> Prof. Dr.-Ing. Ghazal Moeini, IWE				
<b>Lehrveranstaltungen / Lehrformen:</b> Seminaristische Vorlesung (3 SWS) / Projektbezogenes Praktikum (1 SWS)				
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen:</b>  Die Studierenden erwerben vertiefte und erweiterte Kenntnisse über die Reaktionen metallischer Werkstoffe beim thermischen Fügen, insbesondere dem Schweißen. Unter Bezug aktueller Forschungsprojekte bzw. eigens definierter wissenschaftlicher Projekte, die sich am Modulinhalt orientieren, eignen sie sich in eigenständigen praktischen Gruppenarbeiten die Problemlösungskompetenz an, um mit wissenschaftlichen Methoden qualifizierte Forschungsergebnisse auf diesem Sektor zu generieren.				
<b>Inhalte:</b>  Schweißbarkeit (erweiterter Zusammenhang zwischen der Schweißseignung, -möglichkeit und -sicherheit), Unregelmäßigkeiten in Schweißverbindungen und Schweißnahtprüfungen, Schmelzbadkonvektion, Kristallisation des Schweißguts, Aufbau der Wärmeeinflusszone, Wirkung der Wärmequelle, Eigenspannungen, Schweißen metallischer Werkstoffe (Stähle, Gusseisen und NE-Metalle) und Auswahl von Schweißzusatzwerkstoffen, Auftragschweißen (Plattieren und Panzern)				
<b>Voraussetzungen:</b> Werkstoffkunde I und II, Fügechnik (Bachelor)				
<b>Literatur / Ressourcen:</b> Schulze, Günter; Die Metallurgie des Schweißens, Springer-Verlag, 4., neu bearb. Aufl. 2010				
<b>Kontaktzeit:</b> 60 h				
<b>Zeit für Selbststudium:</b> 120 h				
<b>Prüfung:</b> Zweistündige Klausur (80%) + Praktikumsleistung (Durchführung, Präsentation) (20%)				
<b>Modultyp / Verwendbarkeit:</b> Pflichtmodul				
<b>Schlüsselqualifikationen:</b> Eigenständigkeit bei der Erarbeitung von komplexen Problemlösungen				
<b>Zyklus:</b> jährlich im Sommersemester				
<b>Sonstiges:</b> Das Praktikum erfolgt auf Basis projektbezogener Gruppenarbeiten, deren Ergebnisse zum Semesterende zu präsentieren sind.				

<b>Verfahren der Fertigungssteuerung</b>				
<b>Kürzel:</b> VFS	<b>Workload:</b> 180 h	<b>Credits:</b> 6	<b>Semester:</b> 3.	<b>Umfang (SWS):</b> 4
<b>Modulverantwortlicher:</b> Prof. Dr.-Ing. Andreas Kneißler				
<b>Lehrveranstaltungen / Lehrformen:</b> Vorlesung mit begleitender Übung				
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen:</b>  Die Studierenden können die Fertigungssteuerung modellhaft abbilden. Sie können die Auswirkungen von Bestandsänderungen auf Durchlaufzeiten und Kapazitätsauslastung unter Anwendung statistischer Methoden beurteilen und ermitteln. Sie können die Abläufe, Vor- und Nachteile der verschiedenen Verfahren zur Auftragsherzeugung, Auftragsfreigabe, Reihenfolgebildung und Kapazitätssteuerung benennen und für einen Fertigungsbereich geeignete Verfahren auswählen.				
<b>Inhalte:</b>  <ul style="list-style-type: none"> <li>• Logistische Zielgrößen und Modellbildung</li> <li>• Verfahren der Auftragserzeugung</li> <li>• Verfahren der Auftragsfreigabe</li> <li>• Verfahren der Reihenfolgebildung</li> <li>• Verfahren der Kapazitätssteuerung</li> </ul>				
<b>Voraussetzungen:</b> keine				
<b>Literatur / Ressourcen:</b>  <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lödding, Hermann Verfahren der Fertigungsteuerung / Grundlagen, Beschreibung, Konfiguration, 3. Aufl. Berlin [u.a.]: Springer-Verlag, 2016</li> <li>• Nyhuis, Peter; Wiendahl, Hans-Peter Logistische Kennlinien: Grundlagen, Werkzeuge und Anwendungen, 3.Aufl. Berlin, Heidelberg: Springer Verlag 2012</li> <li>• Wiendahl, Hans-Peter Betriebsorganisation für Ingenieure, 9.Aufl. München [u.a.]: Hanser Verlag, 2019</li> </ul>				
<b>Kontaktzeit:</b> 60 h				
<b>Zeit für Selbststudium:</b> Vor- und Nachbereitung 120 h				

<b>Prüfung:</b> Schriftliche, zweistündige Prüfung
<b>Modultyp / Verwendbarkeit:</b> Pflichtmodul
<b>Schlüsselqualifikationen:</b> Methodenkompetenz für Verfahren der Fertigungssteuerung
<b>Zyklus:</b> Wird jeweils im Wintersemester angeboten
<b>Sonstiges:</b> --

<b>Wärmeübertragung</b>				
<b>Kürzel:</b> WÜ	<b>Workload:</b> 180 h	<b>Credits:</b> 6	<b>Semester:</b> 3.	<b>Umfang (SWS):</b> 4
<b>Modulverantwortlicher:</b> Prof. Dr. Karl H. Klug				
<b>Lehrveranstaltungen / Lehrformen:</b> Vorlesung im seminaristischen Stil (Beamer / Overheadprojektor / Tafelanschrieb) mit begleitender Übung (3 V/1 Ü)				
<b>Lernziele:</b> Die Übertragung von Wärme ist ein wesentlicher Teilprozess energietechnischer Umwandlungsprozesse. Zur optimalen Lösung von Wärmeübertragungsproblemen ist ein fundiertes Grundverständnis der dabei ablaufenden physikalischen Mechanismen unabdingbar, dessen Vermittlung im Vordergrund der Lehrveranstaltung steht.  Nach erfolgreicher Teilnahme können die Studierenden die verschiedenen Mechanismen der Wärmeübertragung unterscheiden und mathematisch beschreiben. Sie können Wärmeübertragungssysteme abstrahieren und auf einfache idealisierte, aber dennoch realitätsnahe Systeme zurückführen und mathematisch beschreiben. Sie sind damit in der Lage, Prozesse und Systeme, bei denen Wärme übertragen wird, untersuchen, auslegen und bewerten zu können.				
<b>Inhalte:</b>  <ul style="list-style-type: none"> <li>• Technische Relevanz der Wärmeübertragung und thermodynamische Grundlagen</li> <li>• Wärmeleitung – Energiebilanz und allgemeine Differentialgleichung</li> <li>• Allgemeine Differentialgleichung des Temperaturfeldes</li> <li>• Stationäre und instationäre Wärmeleitung</li> <li>• Systeme mit Wärmequellen</li> <li>• Wärmeübergang bei freier und erzwungener Konvektion,</li> <li>• Wärmeübergang bei der Verdampfung und Kondensation</li> <li>• Wärmeübertragung durch Strahlung</li> <li>• Gekoppelte Wärmeübertragungsmechanismen - Wärmedurchgang,</li> <li>• Wärmeübertrager – Bauarten Schaltarten und Berechnung</li> </ul>				
<b>Voraussetzungen:</b> keine				
<b>Literatur / Ressourcen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Böckh, Peter: Wärmeübertragung – Grundlagen und Praxis; Springer Verlag, Berlin/Heidelberg/New York</li> </ul>				



<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Baehr, H.D.; Stephan, K.: Wärme- und Stoffübertragung; Springer Verlag, Berlin/Heidelberg</li> </ul>
<b>Kontaktzeit:</b> 60 h
<b>Zeit für Selbststudium:</b> Vor- und Nachbereitung 120 h
<b>Prüfung:</b> Schriftliche, zweistündige Prüfung
<b>Modultyp / Verwendbarkeit:</b> Wahlmodul
<b>Schlüsselqualifikationen:</b>
<b>Zyklus:</b> Wintersemester
<b>Sonstiges:</b>

<b>Werkstoffprüfung</b>				
<b>Kürzel:</b> WSP	<b>Workload:</b> 180 h	<b>Credits:</b> 6	<b>Semester:</b> 3.	<b>Umfang (SWS):</b> 4
<b>Modulverantwortlicher:</b> Prof. Dr.-Ing. Deniz Kurumlu				
<b>Lehrveranstaltungen / Lehrformen:</b> Vorlesung (2 SWS) Übung (1 SWS) Praktikum (1 SWS)				
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen:</b> Nachdem die Studierenden die Veranstaltung besucht haben, können Sie <ul style="list-style-type: none"> <li>• gängige Werkstoffprüfverfahren (u.a. im Zuge einer Schadensanalyse) unterscheiden.</li> <li>• die Messergebnisse der jeweiligen Werkstoffprüfverfahren deuten und mit den korrelierenden Werkstoffeigenschaften in Verbindung bringen.</li> <li>• Zielsetzungen von Werkstoffuntersuchungen festlegen und die dafür geeigneten Werkstoffprüfverfahren auswählen.</li> </ul>				
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schadensanalyse</li> <li>• Chemische Zusammensetzung</li> <li>• Röntgenbeugung</li> <li>• Metallografische Untersuchungen</li> <li>• Brucharten</li> <li>• Mechanische Werkstoffprüfungen</li> <li>• Zerstörungsfreie Werkstoffprüfungen</li> </ul>				
<b>Voraussetzungen:</b> Inhalte aus den Bachelor-Modulen Werkstoffkunde I und II				
<b>Literatur / Ressourcen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Blumenauer, H. (1994): <i>Werkstoffprüfung, 6., stark überarbeitete und erweiterte Auflage</i>, Stuttgart: Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie</li> <li>• Macherauch, E./ Zoch, H.-W. (2019): <i>Praktikum in Werkstoffkunde. 100 ausführliche Versuche aus wichtigen Gebieten der Werkstofftechnik, 13. Auflage</i>, Wiesbaden: Springer Fachmedien</li> <li>• Lange, G./ Pohl, M. (2014): <i>Systematische Beurteilung technischer Schadensfälle. 6. Auflage</i>, Weinheim: Wiley-VCH Verlag GmbH &amp; Co. KGaA</li> <li>• Heine, B. (2015): <i>Werkstoffprüfung. Ermittlung der Eigenschaften metallischer Werkstoffe, 3., aktualisierte Auflage</i>, München: Carl Hanser Verlag</li> </ul>				
<b>Kontaktzeit:</b> 60 h				
<b>Zeit für Selbststudium:</b> 120 h				
<b>Prüfung:</b> Klausur (90 Minuten), Voraussetzung ist die erfolgreiche Teilnahme am Praktikum				
<b>Modultyp / Verwendbarkeit:</b>				

Wahlmodul
<b>Schlüsselqualifikationen:</b> Im Fokus stehen Praxistransfer, Teamarbeit, Recherchekompetenz, Medienkompetenz, Präsentationstechniken
<b>Zyklus:</b> jährlich im Wintersemester
<b>Sonstiges:</b> Teilnehmerzahl: max. 10