

Master Maschinenbau (berufsbegleitend) M.Eng.  
in Kooperation mit dem Graduate Campus der Hochschule Aalen

# **MODULHANDBUCH**

**(SPO 205, Lesefassung vom 15.05.2019)**

Stand März 2020

## Modulübersicht

	SEMESTER 1	SEMESTER 2	SEMESTER 3	SEMESTER 4
PFLICHTBEREICH	Mathematische Simulationsgrundlagen	Automatisierungstechnik	Transferprojekt	Masterthesis
	Maschinendynamik	Digitale Produktentwicklung	Mechatronische Systementwicklung	
	Project Management	Innovation Management	Leadership	
WAHLBEREICH	Industrie 4.0	Advanced CAE-Simulation	Precision Engineering	
	Additive Manufacturing	Leichtbau	Machine Learning	
	Qualitätsmanagement		Produktionsplanung und -steuerung	

Hinsichtlich der Verteilung der Module auf die einzelnen Semester kann es aus organisatorischen Gründen Abweichungen vom Curriculum geben.

Es wird aber gewährleistet, dass es durch die Verschiebung zu keiner Beeinträchtigung der Studierbarkeit kommt.

Verwendete Abkürzungen:

PLA = Praktische Arbeit

PLC = Multimedial gestützte Prüfung (E-Klausur)

PLE = Entwurf

PLF = Portfolio

PLK = Klausur

PLL = Laborarbeit

PLM = Mündliche Prüfung

PLP = Projekt

PLR = Referat/Präsentation in der Gruppe

PLS = Schriftliche Arbeit in der Gruppe

PLT = Lerntagebuch

PMC = Multiple Choice

PPR = Praktikum

# Inhaltsverzeichnis

## **Pflichtmodule**

Semester 1 .....	5
Modulbeschreibung Mathematische Simulationsgrundlagen .....	6
Modulbeschreibung Maschinendynamik .....	8
Modulbeschreibung Project Management .....	12
Semester 2 .....	14
Modulbeschreibung Automatisierungstechnik .....	15
Module Description Digital Product Development.....	17
Modulbeschreibung Innovation Management.....	19
Semester 3 .....	22
Modulbeschreibung Transferprojekt.....	23
Modulbeschreibung Mechatronische Systementwicklung.....	24
Modulbeschreibung Leadership .....	26
Semester 4 .....	30
Modulbeschreibung Masterthesis.....	30

## **Wahlmodule**

Semester 1 .....	34
Modulbeschreibung Industrie 4.0 .....	34
Modulbeschreibung Additive Manufacturing.....	38
Modulbeschreibung Qualitätsmanagement .....	40
Semester 2 .....	42
Modulbeschreibung Advanced CAE-Simulation .....	43
Modulbeschreibung Leichtbau .....	45
Semester 3 .....	48
Modulbeschreibung Precision Engineering .....	49
Modulbeschreibung Machine Learning.....	51
Modulbeschreibung Produktionsplanung und -steuerung.....	53

# **Pflichtmodule**

# Semester 1

---

## Modulbeschreibung Mathematische Simulationsgrundlagen

---

Die Lehrveranstaltung gibt einen Überblick über ein breites Spektrum an mathematischen Methoden zur Modellierung und Simulation technischer Fragestellungen.

Die Teilnehmer sind in der Lage, für verschiedene Aufgabenstellungen geeignete Methoden auszuwählen und anzuwenden. Außerdem können sie die Anwendungssoftware Matlab-Simulink zur Modellierung und Lösung von technischen Problemstellungen einsetzen.

<b>Studienangebot</b>	Master Maschinenbau
	Graduate Campus
<b>Modulnummer</b>	84 100
<b>SPO-Version</b>	205
<b>Modulart</b>	Pflichtmodul
<b>Modulverantwortlicher</b>	Dr. Wolfgang Rimkus
<b>Studiensemester</b>	1
<b>Angebotshäufigkeit / Dauer des Moduls</b>	Wintersemester / 4-5 Wochenenden
<b>Credits</b>	5
<b>Workload Präsenz</b>	50 h
<b>Workload geleitetes E-Learning</b>	0 h
<b>Workload Selbststudium</b>	50 h
<b>Workload Prüfungsvorbereitung</b>	50 h
<b>Verwendung in anderen Studienangeboten</b>	-
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul</b>	Formal: - Inhaltlich: Grundkenntnisse der Ingenieur-Mathematik aus dem Bachelor
<b>Sprache</b>	Deutsch
<b>Enthaltene Lehrveranstaltungen</b>	Mathematische Simulationsgrundlagen, Systemsimulation
<b>Lehrende/r</b>	Prof. Dr. Gerrit Nandi (Mathematische Simulationsgrundlagen), Prof. Dr. Jürgen Baur (Systemsimulation)
<b>Art der Lehrveranstaltung</b>	Vorlesung, Übung
<b>Art und Dauer des Leistungsnachweises/ Voraussetzungen für die Vergabe von ECTS-Punkten</b>	PLK 120 (75 / 45 Minuten)
<b>Ermittlung der Modulnote</b>	60% Mathematische Simulationsgrundlagen, 40% Systemsimulation
<b>Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung</b>	keine
<b>Zertifikatskurs</b>	Nein
<b>Bemerkungen</b>	Zugelassene Hilfsmittel in der Klausur: Taschenrechner, Formelsammlung, alle Vorlesungs- und Übungsmitschriebe

## Lehrinhalte

- 1 Mathematische Grundlagen (Matrizen, Eigenwertprobleme, Vektoranalysis)
- 2 Grundlagen der numerischen Mathematik; jeweils angewandt auf Problemstellungen aus dem Maschinenbau)
- 3 Fouriertransformation und Anwendungen, Fast Fourier Transform
- 4 Differentialgleichungen (gewöhnliche und partielle Differentialgleichungen, autonome Systeme; Schwerpunkt: numerische Methoden)
- 5 Grundlagen der M-Skript-Programmierung
- 6 Lineare Systemanalyse

## Fachkompetenz

Die Teilnehmer kennen und verstehen ein breites Spektrum an mathematischen Verfahren, um darauf aufbauend rechnergestützte Simulationen, Berechnungen und Analysen durchzuführen. Insbesondere können sie die numerische Behandlung von Differentialgleichungen und Fourieranalysen durchführen. Die Teilnehmer können mit Transformationsmatrizen umgehen und kennen verschiedene Methoden zur Behandlung von gewöhnlichen und partiellen Differentialgleichungen. Sie sind imstande, anspruchsvolle technische Problemstellungen zu modellieren und mit mathematischen Verfahren und Simulationstools zu lösen. Des Weiteren sind sie in der Lage, komplexe mathematische Zusammenhänge, Aussagen und Berechnungen zu analysieren. Die Teilnehmer können die Ergebnisse ihrer Berechnungen, Analysen und ggf. Simulationen beurteilen. Außerdem können sie die in Matlab bzw. Simulink erhaltenen Ergebnisse einschätzen und bewerten. Sie kennen die Möglichkeiten und Grenzen eines Simulationstools.

## Überfachliche Kompetenz

Die Teilnehmer sind in der Lage, sich in Lerngruppen zu organisieren und gemeinsam mathematische Probleme zu lösen. Sie sind imstande, einer quantitativen Lehrveranstaltung zu folgen, die Lerninhalte selbstständig zu wiederholen und in Übungen anzuwenden, um ihr Wissen zu vertiefen.

## Literatur

- **Arens, T. et al.:** Mathematik, Spektrum Akademischer Verlag 2008.
- **Burg/ Haf/ Wille:** Höhere Mathematik für Ingenieure, Band II bis V, Teubner/ Springer.
- **Meyberg / Vachenaue:** Höhere Mathematik, Band 1 und 2, Springer.
- **Braun, M.:** Differentialgleichungen und ihre Anwendungen, Springer Verlag, 1978.
- **Bronstein/Semandjajew:** Taschenbuch der Mathematik, Verlag Harri Deutsch.
- **Koch, J., Stämpfle, M.:** Mathematik für das Ingenieurstudium, Hanser Verlag, 2013.
- **Papula, L.:** Mathematik für Ingenieure und Naturwissenschaftler 1, 2 und 3, Vieweg Teubner Verlag.
- **Schwarz, H.R.:** Numerische Mathematik, Teubner Verlag, Stuttgart 1986.
- **Roos, H.-G.; Schwetlick, H.:** Numerische Mathematik, Teubner Verlag, Stuttgart, Leipzig 1999.
- **Hanke-Bourgeois, Martin:** Grundlagen der numerischen Mathematik und des Wissenschaftlichen Rechnens, Teubner Verlag, Wiesbaden, 2006.
- **Scherf, Helmut:** Modellbildung und Simulation dynamischer Systeme, Oldenbourg Verlag, 2010.
- **Angermann, Anne et al.:** MATLAB – Simulink – Stateflow, De Gruyter Oldenbourg Verlag, 2014.
- **U. Stein:** Programmieren mit MATLAB, Hanser-Verlag, 2015.

---

## Modulbeschreibung Maschinendynamik

---

Die Lehrveranstaltung gibt einen Überblick über Komponenten eines Fahrzeugantriebsstrangs und es werden Strukturen zur Modellierung eines Antriebsstrangmodells entwickelt.

Die Teilnehmer kennen und verstehen die Herangehensweisen zur Lösung von dynamischen Problemen an Maschinen und Anlagen. Sie können mit gängigen mechanischen Prinzipien selbst die Bewegungsgleichungen von einfachen Schwingungssystemen aufstellen und lösen und sind fähig, das Gefährdungspotential von Schwingungen in Maschinen und Anlagen nach internationalen Richtlinien bewerten. Die Teilnehmer sind in der Lage, mit einer kommerziellen Software Versuche zu planen und auszuwerten und die Ausgaben der Software zu interpretieren.

<b>Studienangebot</b>	Master Maschinenbau
	Graduate Campus
<b>Modulnummer</b>	84 110
<b>SPO-Version</b>	205
<b>Modulart</b>	Pflichtmodul
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Dr. Markus Kley
<b>Studiensemester</b>	1
<b>Angebotshäufigkeit / Dauer des Moduls</b>	Wintersemester / 4-5 Wochenenden
<b>Credits</b>	5
<b>Workload Präsenz</b>	50 h
<b>Workload geleitetes E-Learning</b>	0 h
<b>Workload Selbststudium</b>	50 h
<b>Workload Prüfungsvorbereitung</b>	50 h
<b>Verwendung in anderen Studienangeboten</b>	-
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul</b>	Formal: - Inhaltlich: Grundkenntnisse Statistik und Excel sowie Technischer Mechanik (Statik, Kinematik, Kinetik) aus dem Bachelor
<b>Sprache</b>	Deutsch
<b>Enthaltene Lehrveranstaltungen</b>	Design of Experiments, Maschinenschwingungen, Fahrodynamik
<b>Lehrende/r</b>	Prof. Dr. Wilhelm Kleppmann (Design of Experiments), Fred Weinhold (Maschinenschwingungen), Prof. Dr. Markus Kley (Fahrodynamik)
<b>Art der Lehrveranstaltung</b>	Vorlesung, Übung
<b>Art und Dauer des Leistungsnachweises/ Voraussetzungen für die Vergabe von ECTS-Punkten</b>	PLK (120 Minuten)
<b>Ermittlung der Modulnote</b>	50% Design of Experiments, 50% Maschinenschwingungen, Fahrodynamik unbenotet
<b>Voraussetzung für die Zulassung zur</b>	keine



<b>Modulprüfung</b>	
<b>Zertifikatskurs</b>	Nein
<b>Bemerkungen</b>	<p><b>Zugelassene Hilfsmittel in der Klausur:</b></p> <p><i>Design of Experiments:</i> alle, Rechner mit Excel und Design Expert erforderlich (Vorlesung und Prüfungen finden in einem Rechnerraum unter Einsatz von Excel und Design Expert statt oder die Teilnehmer bringen ihr eigenen Rechner mit)</p> <p><i>Maschinenschwingungen:</i> alle, außer Notebook, Tablet-PC, Kommunikationsmittel (Handy, Smartphone etc.), Nachbar(in)</p> <p><i>Fahrdynamik:</i> alle</p> <p>In „<u>Maschinenschwingungen</u>“ ist es durch die termingerechte Bearbeitung von Aufgaben zwischen den Unterrichtseinheiten (Hausaufgaben) möglich, Zusatzpunkte für diesen Klausurteil zu bekommen (höchstens 10% der für diesen Klausurteil vorgesehenen Maximalpunktzahl). Gruppenarbeit ist zulässig, die maximale Gruppengröße richtet sich nach Art der Aufgabe und wird in der Vorlesung bekannt gegeben. Die Maximalpunktzahl für diesen Klausurteil kann auch ohne diese Zusatzpunkte erreicht werden, die Teilnahme ist somit freiwillig. Die in die Ermittlung der Modulnote eingehende Punktzahl aus diesem Klausurteil (bestehend aus Klausur- und Zusatzpunkten) kann die allein für den Klausurteil vorgesehene Maximalpunktzahl nicht überschreiten.</p>

## Lehrinhalte

### *Design of Experiments*

- 1 Statistische Grundlagen, Korrelation und Regression
- 2 Einführung in die statistische Versuchsplanung
- 3 Strategien der Planung
- 4 Planung und statistische Auswertung an einem Modellsystem
- 5 Zweistufige Versuchspläne zum Screening
- 6 Mehrstufige Versuchspläne für Wirkungsflächen und zur Optimierung

### *Maschinenschwingungen*

- 1 Theoretische Grundlagen: Vorstellen eines höheren mechanischen Prinzips zum Aufstellen von Bewegungsgleichungen
- 2 Klassifizierung von Schwingungen
- 3 Darstellungsformen von Schwingungen
- 4 Auswertung von gemessenen und berechneten Schwingungen (Fast Fourier Transformation, Fehlerquellen etc.)
- 5 Bewertung von Schwingungen (ISO 10816)
- 6 Erzwungene Schwingungen und Modalanalyse
- 7 Biegeschwingungen von Rotoren und Wuchten (ISO 1940)

### *Fahrdynamik*

- 1 Fahrdynamische Beanspruchung an Achsen
- 2 Modellbildung und Aufstellen von Bewegungsgleichungen im Antriebstrang
- 3 Lösen von Bewegungsgleichungen
- 4 Simulation des Antriebstrangs
- 5 Auswertung der Simulationsergebnisse
- 6 Validierung der Simulation

### **Fachkompetenz**

Die Teilnehmer verstehen die Grundlagen der Maschinendynamik und der statistischen Versuchsplanung. Sie kennen und verstehen die Grundlagen der Simulation schwingungsfähiger Systeme (Maschinen und Anlagen). Außerdem kennen sie verschiedene Mechanismen der Schwingungsentstehung und können diese anhand von beobachteten Merkmalen unterscheiden. Sie kennen unterschiedliche Formen der Darstellung und Auswertung von berechneten Schwingungen oder Schwingungsmessungen sowie mögliche Fehlerquellen. Sie verstehen die Grundlagen der Simulation des längsdynamischen Verhaltens in Fahrzeugantriebssträngen. Die Teilnehmer sind in der Lage, Lösungen für Schwingungsprobleme zu erarbeiten sowie dynamische Lasten in Antriebssträngen und Fahrwerkskomponenten zu ermitteln. Sie können Versuche mithilfe der statistischen Versuchsplanung planen und auswerten sowie den erforderlichen Aufwand bei der Versuchsdurchführung auf ein vertretbares Maß reduzieren. Die Teilnehmer können aus Daten Informationen zur Beschreibung und systematischen Verbesserung von Fertigungsprozessen ableiten, Versuche zur systematischen Verbesserung planen und Maßnahmen aus den Ergebnissen ableiten. Sie sind imstande, Design of Experiment anzuwenden, um Versuche zu planen, die auf verschiedene Problemstellungen angepasst sind. Sie können die Versuchsergebnisse statistisch auswerten und die Ergebnisse nutzen, um Verbesserungen abzuleiten. Sie sind in der Lage, die Signifikanz von bei Versuchen beobachteten Effekten zu beurteilen. Für einfache schwingungsfähige Systeme können die Teilnehmer selbst Modelle erstellen und lösen. Die Teilnehmer sind fähig, Achslasten auf Basis von DMS-Messstellen zu ermitteln und Vorgabedaten für die Erprobung zu erzeugen. Sie können einfache Simulationsmodelle selbstständig erstellen und Parameterstudien durchführen und auswerten. Sie können die Ursache von Schwingungen auf Basis von Mess- und Berechnungsergebnissen analysieren sowie berechnete und gemessene Werte von Schwingungen bewerten. Außerdem sind sie in der Lage, komplexe Modelle zur Simulation des Schaltverhaltens zu analysieren und anzuwenden. Die Teilnehmer können Schwingungsphänomene beurteilen und gemessene Schwingungen bewerten. Außerdem sind sie imstande, Phänomene beim Schaltvorgang zu beurteilen und diesen zu optimieren.

### **Überfachliche Kompetenz**

Die Teilnehmer kennen die Verantwortung, die sie als Ingenieur oder Ingenieurin tragen müssen, wenn sie im Zielkonflikt zwischen Sicherheit und Wirtschaftlichkeit Entscheidungen über die Auslegung von Maschinen und Anlagen treffen müssen und können damit umgehen. Sie können selbstständig Simulationen durchführen und auswerten.

### **Literatur**

#### *Design of Experiments*

- **Sachs, Michael:** Wahrscheinlichkeitsrechnung und Statistik, Hanser Verlag München, 4. Auflage 2013
- **Kleppmann, Wilhelm:** Versuchsplanung - Produkte und Prozesse optimieren, Hanser Verlag München, 9. Auflage 2016.

### *Maschinenschwingungen*

- **Magnus, K.; Popp, K., Sextro, W.:** Schwingungen. 3. Auflage, Springer Vieweg, 2013.
- **Groß, D.; Hauger, W.; Schröder, J.; Wall, W. A.:** Technische Mechanik 3.Kinetik. 12. Auflage, Springer Vieweg, 2012.
- **Gasch, R.; Nordmann, R.; Pfützner, H.:** Rotordynamik. 2. Auflage, Springer, 2002.
- **Jürgler, R.:** Maschinendynamik. 3. Auflage, Springer (VDI-Buch), 2003.
- **Dresig, H.; Holzweißig, F.:** Maschinendynamik. 11. Auflage, Springer Vieweg, 2013.
- **ISO 10816:** Bewertung der Schwingungen von Maschinen durch Messungen an nicht-rotierenden Teilen
- **ISO 1940:** Auswuchten von Rotoren

### *Fahrdynamik*

- **Scherf, Helmut:** Modellbildung und Simulation dynamischer Systeme: Eine Sammlung von Simulink-Beispielen, Oldenbourg Verlag, 2009

---

## Modulbeschreibung Project Management

---

Die Teilnehmer verstehen die wesentlichen Aspekte für die Kategorisierung von Projektarten. Sie können dies im Rahmen von Übungen anwenden. Sie sind in der Lage, das Vorgehen in einem komplexen, interdisziplinären Übungsprojekt unter Nutzung der Methodenbausteine des klassischen und agilen Projektmanagements zu analysieren und zu konzipieren sowie die alternativen Hypothesen zum Vorgehen zu entwickeln und zu plausibilisieren. Sie dokumentieren, präsentieren und verteidigen die Ergebnisse in kompakter Weise vor der Gruppe und dem Auftraggeber.

<b>Studienangebot</b>	Master Maschinenbau
	Graduate Campus
<b>Modulnummer</b>	84 103
<b>SPO-Version</b>	205
<b>Modulart</b>	Pflichtmodul
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Dr. Arndt Borgmeier
<b>Studiensemester</b>	1
<b>Angebotshäufigkeit / Dauer des Moduls</b>	Wintersemester / 6-10 Wochen
<b>Credits</b>	5
<b>Workload Präsenz</b>	20 h
<b>Workload geleitetes E-Learning</b>	14 h
<b>Workload Selbststudium</b>	66 h
<b>Workload Prüfungsvorbereitung</b>	50 h
<b>Verwendung in anderen Studienangeboten</b>	-
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul</b>	-
<b>Sprache</b>	Englisch
<b>Enthaltene Lehrveranstaltungen</b>	-
<b>Lehrende/r</b>	Prof. Dr. Arndt Borgmeier
<b>Art der Lehrveranstaltung</b>	Vorlesung, Übung
<b>Art und Dauer des Leistungsnachweises/ Voraussetzungen für die Vergabe von ECTS-Punkten</b>	PLS, PLP
<b>Ermittlung der Modulnote</b>	Bericht 60%, Präsentation 40%
<b>Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung</b>	-
<b>Zertifikatskurs</b>	Ja
<b>Bemerkungen</b>	Zusätzlich zu Vorlesung und Übung: Blended-Learning

### Lehrinhalte

- 1 Grundlagen des klassischen „Heavy Weight“ Projektmanagements (Projektdefinition, Projektstruktur, Projektphasen, Organisation, Reporting, Risikomanagement)
- 2 Projektmanagement als standardisierter Geschäftsprozess
- 3 Vergleichender Einsatz von agilen Projektmanagementkonzepten (z. B. SCRUM) in sich rasch veränderndem Umfeld

Projektarbeit:

- 1 Planung eines interdisziplinären Projektes in Kleingruppen
- 2 Anwendung der Projektmanagementmethoden
- 3 Präsentation der einzelnen Schritte

### **Fachkompetenz**

Die Teilnehmer sind in der Lage, betriebs- und volkswirtschaftliche Situationsanalysen durchzuführen und die Relevanz und Auswirkungen ökonomischer Entscheidungen zu analysieren. Darüber hinaus können sie ausgewählte ökonomische Entscheidungs- und Analysemodelle selbstständig anwenden. Die Teilnehmer können betriebswirtschaftliche Tatbestände mithilfe einfacher Werkzeuge analysieren sowie volkswirtschaftliche Zusammenhänge in die Analyse integrieren. Das Modul versetzt die Teilnehmer in die Lage, die Relevanz und die Auswirkungen betriebswirtschaftlicher Entscheidungen auf den Unternehmenserfolg zu beurteilen und alternative strategische und operative Handlungsoptionen abzuwägen.

### **Überfachliche Kompetenz**

Die Teilnehmer sind in der Lage, durch Verhandlung und Ausgestaltung der Aufgabenverteilung im Projekt (Projektleitung, Teilprojektleitung, Arbeitspaketverantwortung), ihre Rollen eigenständig zu klären und können die erlernten Inhalte auf diese Weise spielerisch bei der Führung eines interdisziplinären Teams und bei der Mitarbeit im Team anwenden. Sie können sowohl eigenständig als auch im Team ihre Aufgaben lösen.

### **Literatur**

- **Litke, H. D:** Projektmanagement, 2. Auflage, Haufe Lexware Verlag, 2012.
- **Wysocki, R:** Effective Project Management: Traditional, Agile, Extreme, Wiley 2014.
- Weitere Literaturangaben im Verlauf der Vorlesungen.

# Semester 2

---

## Modulbeschreibung Automatisierungstechnik

---

Die Teilnehmer verstehen die Methoden für die Systembeschreibung und zur Synthese von Regelkreisen aus einfachen Übertragungsgliedern. Sie können die Modellierungs- und Simulationswerkzeuge Matlab und Simulink anwenden. Die Teilnehmer haben einen Überblick über die Grundstruktur von Messdatenerfassungssystemen und verstehen die Umwandlung analoger Messgröße in deren werte- und zeitdiskrete Repräsentation in einem digitalen Rechensystem. Sie sind in der Lage, Daten mit einem Mikrocontroller zu erfassen und in Matlab weiterzuverarbeiten. Sie haben einen Überblick über elektrische Maschinen und Regelgeräte in Antrieben und können einfache Berechnungen durchführen. Sie sind in der Lage, Antriebsaufgaben zu analysieren und mittels der Antriebsauswahl zu lösen.

<b>Studienangebot</b>	Master Maschinenbau
	Graduate Campus
<b>Modulnummer</b>	84 200
<b>SPO-Version</b>	205
<b>Modulart</b>	Pflichtmodul
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Dr. Markus Kley
<b>Studiensemester</b>	2
<b>Angebotshäufigkeit / Dauer des Moduls</b>	Sommersemester / 3-4 Wochenenden
<b>Credits</b>	5
<b>Workload Präsenz</b>	50 h
<b>Workload geleitetes E-Learning</b>	0 h
<b>Workload Selbststudium</b>	50 h
<b>Workload Prüfungsvorbereitung</b>	50 h
<b>Verwendung in anderen Studienangeboten</b>	-
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul</b>	Formal: - Inhaltlich: Grundlagen der Regelungstechnik; Elektrische Messtechnik und Messdatenverarbeitung/Sensortechnik; Grundlagen der Elektrotechnik
<b>Sprache</b>	Deutsch
<b>Enthaltene Lehrveranstaltungen</b>	Messdatenverarbeitung, Elektrische Antriebe
<b>Lehrende/r</b>	Marcel Huptych (Messdatenverarbeitung), Dr.-Ing. Ingolf Gröning (Elektrische Antriebe)
<b>Art der Lehrveranstaltung</b>	Vorlesung, Übung, Labor
<b>Art und Dauer des Leistungsnachweises/ Voraussetzungen für die Vergabe von ECTS-Punkten</b>	PLK (100 Minuten)
<b>Ermittlung der Modulnote</b>	60% Elektrische Antriebe, 40% Messdatenverarbeitung
<b>Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung</b>	keine
<b>Zertifikatskurs</b>	Ja

---

<b>Bemerkungen</b>	Zugelassene Hilfsmittel in der Klausur: <u>Messdatenverarbeitung</u> : Unterlagen und Aufschriebe zur Vorlesung Messdatenverarbeitung <u>Elektrische Antriebe</u> : Taschenrechner
--------------------	--

---

## Lehrinhalte

### *Messdatenverarbeitung*

- 1 Sensoren
- 2 Architektur digitaler Messdatenverarbeitungssysteme
- 3 DA- und AD-Wandlung
- 4 Signalabtastung und -quantisierung
- 5 Pulsweitenmodulation
- 6 Sprung- und Frequenzanalyse
- 7 Datenerfassung mittels Mikrocontroller
- 8 Systemidentifikation

### *Elektrische Antriebe*

- 1 Grundlagen
  - Wirkprinzip, Krafrichtung und Feld
  - Kennlinien und Stabilität
  - Arten von elektrischen Maschinen
  - Netzbetrieb und Umrichterbetrieb
- 2 Gleichstrommaschine
  - Aufbau und Betriebsverhalten der Gleichstrommaschine
  - Fremderregte Gleichstrommaschine
  - Gleichstromnebenschlussmaschine
  - Permanenterregte Gleichstrommaschine
  - Gleichstromreihenschlussmaschine
- 3 Asynchronmaschine
  - Aufbau und Arten der Asynchronmaschine
  - Drehzahlstellung der Asynchronmaschine
  - Rotormaterial für die Asynchronmaschine
  - Asynchronmaschine am Regelgerät
- 4 Synchronmaschine
  - Aufbau und Arten der Synchronmaschine
  - Bauformen (Rotor, Stator)
  - Synchronmaschine am Netz
  - Synchronmaschine am Regelgerät
  - Besondere Bauformen der Synchronmaschine
- 5 Kleinmaschinen
  - Universalmotor
  - Einphasenasynchronmaschinen
  - Spaltpolmotor
- 6 Spannungszwischenkreisumrichter



- Pulsweitenmodulation
  - Mehrquadrantenbetrieb
  - Umrichter für Wechselspannungssysteme
- 7 Auslegung von Antrieben
- Prinzipielle Schritte zur Auslegung
  - Spezifikation und Berechnung

## Fachkompetenz

Die Teilnehmer verstehen Aufbau, Architektur und Funktionsweise von rechnergestützten Messdatenerfassungs- und Verarbeitungssystemen (z.B. PC, DSP, Mikrocontroller) und die damit verbundene Digitalisierung analoger Messgrößen. Sie kennen das Betriebsverhalten der gängigen elektrischen Maschinen im Netzbetrieb und bei Betrieb am Regelgerät sowie die Vor- und Nachteile der Motortypen in der Applikation. Außerdem verstehen sie die grundlegende Funktionsweise von Regelgeräten.

Sie sind in der Lage physikalische Messgrößen mithilfe von Sensoren und geeigneter Hardware (z.B. Arduino, Raspberry Pi) zu erfassen um diese anschließend softwareseitig (z.B. MATLAB, LabVIEW) zu verarbeiten und auszuwerten. Sie beherrschen die Grundlagen der elektrischen Antriebe und sind selbständig in der Lage, einen elektrischen Antrieb entsprechend der Aufgabe zu dimensionieren und auszuwählen. Die Teilnehmer können die mathematische Beschreibung zur Modellierung und Synthese von konkreten Systemen in Matlab und Simulink erkennen und anwenden. Die Teilnehmer sind in der Lage, die von den Messsystemen erzeugten Daten zu analysieren. Sie können die Funktionsweise elektrischer Antriebe sowie deren Eigenschaften und Wirkungsgrade beurteilen.

## Überfachliche Kompetenz

Die Teilnehmer sind in der Lage, Versuche im Team durchzuführen. Sie können dabei sowohl alleine als auch im Team Verantwortung übernehmen, indem sie sich mit Problemstellungen beschäftigen, diese lösen und die Lösungen diskutieren. Die Teilnehmer haben ein Bewusstsein für die notwendige Sicherheit beim Umgang mit elektrischen Antrieben.

## Literatur

### *Messdatenverarbeitung*

- **Beier, T.; Mederer, T:** Messdatenverarbeitung mit LabVIEW, Carl Hanser Verlag, 2015

### *Elektrische Antriebe*

- Manuskript zur Vorlesung

The members are familiar with the typical working techniques of a CAD system, which can also be applied to other systems. Members are able to analyze the interaction of different CAx tools with each other as well as with the product data management system and phrase it in terms of CAx process chains. In addition, they can divide the complexity of the implementation of product data management in the company into individual steps and describe implementational steps for it.

<b>Study Programme</b>	Master Mechanical Engineering
	Graduate Campus
<b>Module Number</b>	84 210
<b>SER-Version</b>	205
<b>Type of Module</b>	Mandatory Module
<b>Module Manager</b>	Dr. Wolfgang Rimkus
<b>Study Semester</b>	2
<b>Module Duration</b>	Summer semester / 1 block week
<b>Credits</b>	5
<b>Workload Contact Time</b>	50 teaching units
<b>Workload Guided E-Learning</b>	-
<b>Workload Self Study</b>	50 teaching units
<b>Workload Exam Preparation</b>	50 teaching units
<b>Use in other Study Programs</b>	-
<b>Participation Requirements</b>	Formal: - Content: Knowledge of technical drawing, Basic IT-knowledge, knowledge in CAD/developmental processes in companies
<b>Language</b>	English
<b>Included Courses</b>	-
<b>Lecturers</b>	Mehdi Khazaeli, Ph.D., P.E.
<b>Type of Course</b>	Lecture, Exercise
<b>Type of Exam</b>	Assessment of printed 3D-designs
<b>Composition of Mark</b>	100% project work
<b>Requirement for Approval to Exam</b>	
<b>Certificate Course</b>	No
<b>Remarks</b>	-

## Lecture Content

- 1 Introduction to additive manufacturing and design rules

- 2 Conceptual Design and 3D modeling
- 3 Design for assembly and manufacturing, orientation and support structures
- 4 Receipt and assessment of the printed design

### **Specialist Competence**

Students understand the process of the digital product development and additive manufacturing technologies. They follow the phases of the product development process. They know the process chain from drawing to computer-aided product design and product layout up to prototype. Students are able to calculate and design complex components and analyze the material and manufacturing processes.

Students are able to identify the customer requirements from predetermined boundary conditions in product development and understand relationships between design parameters and product performance and optimize their design based on testing result.

### **Interdisciplinary Competence**

Students are able to discuss competently with experts in digital product development and make a well-informed contribution to decision-making processes. Students are able to work together in interdisciplinary teams. They develop a product in a team based project. Students are assessed based on the daily progress report, tasks and the execution of the final project.

### **Literatur**

Lectures contained in module.

Die Teilnehmer können eine Vielzahl von Kreativitäts- und Bewertungsmethoden für das Innovationsmanagement anwenden. Sie lernen einfache Kreativitätsworkshops zu planen sowie zu moderieren und wenden dies auch erstmals in den Übungen sowie der Präsentation an. Zudem erhalten die Teilnehmer einen groben Ausblick in die agile Problemlösung und Ideenentwicklung.

<b>Studienangebot</b>	Master Maschinenbau
	Graduate Campus
<b>Modulnummer</b>	84 220
<b>SPO-Version</b>	205
<b>Modulart</b>	Pflichtmodul
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Dr. René Niethammer
<b>Studiensemester</b>	2
<b>Angebotshäufigkeit / Dauer des Moduls</b>	Sommersemester / 1 Semester
<b>Credits</b>	5
<b>Workload Präsenz</b>	24 h
<b>Workload geleitetes E-Learning</b>	-
<b>Workload Selbststudium</b>	100 h
<b>Workload Prüfungsvorbereitung</b>	26 h
<b>Verwendung in anderen Studienangeboten</b>	-
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul</b>	Formal: - Inhaltlich: Grundwissen Maschinenbau
<b>Sprache</b>	Deutsch, Englisch
<b>Enthaltene Lehrveranstaltungen</b>	-
<b>Lehrende/r</b>	Prof. Dr. Rene Niethammer
<b>Art der Lehrveranstaltung</b>	Vorlesung, Übung, Projekt
<b>Art und Dauer des Leistungsnachweises/ Voraussetzungen für die Vergabe von ECTS-Punkten</b>	PLP
<b>Ermittlung der Modulnote</b>	30% Mitarbeit an den Übungen 70% Projektpräsentation und -moderation
<b>Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung</b>	
<b>Zertifikatskurs</b>	Ja
<b>Bemerkungen</b>	-

### Lehrinhalte

- 1 Initiierung des Innovationsprozesses
- 2 Gewinnung von neuen Ideen
- 3 Bewertung der Ideen

- 4 Auswahl der Idee
- 5 Ideenumsetzung
- 6 Markteinführung
- 7 Innovationscontrolling
- 8 Erfolgsfaktoren von Innovationen

### **Fachkompetenz**

Die Teilnehmer kennen Innovationsprozesse und den Ablauf für die Entwicklung von Innovationen sowie die Werkzeuge und Methoden der jeweiligen Phase des Innovationsmanagements. Sie verstehen den Begriff der Erfindung, wie man als Arbeitgeber damit umgeht und was einem als Arbeitnehmer zusteht. Sie wissen, wie ein Patent zu lesen ist und wie die Anspruchsformulierung eines Patents erfolgt. Die Teilnehmer können bestehende Innovationsprozesse systematisieren, steuern und verbessern, einen Innovationsprozess im Unternehmen implementieren und die geeigneten Methoden des Innovationsprozesses problemadäquat auswählen und anwenden. Sie können die verschiedenen Methoden und Instrumente in den Bereichen Markt, Marktsegmentierung und Marktforschung sowie Marketingstrategien und Marketing Mix anwenden. Sie sind in der Lage, bestehende Innovationsprozesse zu analysieren. Sie sind imstande, die Produkte in den Kontext der strategischen Unternehmensführung (Mission, Vision, Ziele, Strategie) einzuordnen und hinsichtlich ihrer Marktchancen zu analysieren und zu bewerten.

### **Überfachliche Kompetenz**

Die Teilnehmer sind in der Lage, sich in ein Team einzubringen und dabei verschiedene Rollen einzunehmen. Sie können sowohl selbstständig als auch mit ihren Teammitgliedern zielorientiert arbeiten. Die erarbeiteten Ergebnisse können sie zielgruppengerecht darstellen.

### **Literatur**

- **Bea, F.X; Haas, J.:** Strategisches Management; 4. Auflage, Stuttgart: Lucius & Lucius, 2005
- **Vahs, Dietmar; Burmester, Ralf:** Innovationsmanagement - Von der Produktidee zur erfolgreichen Vermarktung; 3. Auflage, Stuttgart: Schäffer-Poeschel-Verlag, 2005
- **Hauschildt, Jürgen; Salomo, Sören:** Innovationsmanagement, 4. Auflage, München: Vahlen Verlag 2007
- **Specht, G, Beckmann, C., Amelingmeyer, J.:** F&E-Management – Kompetenz im Innovationsmanagement; 2. Auflage, Stuttgart: Schäffer-Poeschel-Verlag, 2002

# Semester 3

---

## Modulbeschreibung Transferprojekt

---

Die Teilnehmer beherrschen die Anwendung der jeweils angemessenen Arbeitsmethoden, die sich an der konkreten Aufgabenstellung ausrichten. Sie sind in der Lage, Daten zu interpretieren und zu bewerten. Komplexe Inhalte können sie klar und zielgruppengerecht präsentieren und verteidigen, sowohl mündlich als auch schriftlich.

<b>Studienangebot</b>	Master Maschinenbau
	Graduate Campus
<b>Modulnummer</b>	84 300
<b>SPO-Version</b>	205
<b>Modulart</b>	Pflichtmodul
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Dr. Markus Kley
<b>Studiensemester</b>	3
<b>Angebotshäufigkeit / Dauer des Moduls</b>	Wintersemester / 3 Monate Bearbeitung
<b>Credits</b>	5
<b>Workload Präsenz</b>	10 h Präsentationsblock
<b>Workload geleitetes E-Learning</b>	-
<b>Workload Selbststudium</b>	80 h
<b>Workload Prüfungsvorbereitung</b>	60 h
<b>Verwendung in anderen Studienangeboten</b>	-
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul</b>	-
<b>Sprache</b>	Deutsch
<b>Enthaltene Lehrveranstaltungen</b>	84 301 Transferprojekt
<b>Lehrende/r</b>	Eine Auswahl von Lehrenden aus dem Studiengang zur Betreuung der Projekte wird bei der Kick-Off Veranstaltung bekannt gegeben.
<b>Art der Lehrveranstaltung</b>	Projekt
<b>Art und Dauer des Leistungsnachweises/ Voraussetzungen für die Vergabe von ECTS-Punkten</b>	PLS/PLP
<b>Ermittlung der Modulnote</b>	Schriftliche Ausarbeitung 70%, Präsentation 30%
<b>Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung</b>	-
<b>Zertifikatskurs</b>	Nein
<b>Bemerkungen</b>	Weitere Informationen gibt es in der Kick-Off Veranstaltung im 3. Semester.

## **Lehrinhalte**

Individuell aus dem thematischen Umfeld der Studieninhalte des Masterstudiengangs.

## **Fachkompetenz**

Die Teilnehmer sind in der Lage, innerhalb einer vorgegebenen Frist ein Problem aus der Praxis in einem von ihnen frei gewählten Themengebiet selbstständig zu bearbeiten. Sie können eine schriftliche Ausarbeitung nach wissenschaftlichen Grundsätzen erstellen und diese im Rahmen einer Präsentation verteidigen und in einem Kolloquium in einen breiteren fachlichen Zusammenhang einordnen. Sie sind fähig, sich in Aufgabenstellungen des Studiengbietes Maschinenbau vertiefend einzuarbeiten, Probleme zu analysieren und zu lösen.

## **Überfachliche Kompetenz**

Die Teilnehmer sind in der Lage, eigenverantwortlich und termingerecht ein Projekt zu bearbeiten, indem sie komplexe Probleme analysieren, strukturieren und lösen können. Sie sind in der Lage, sich selbst zu organisieren und können Kritik annehmen und sich konstruktiv damit auseinandersetzen.

## **Literatur**

Individuelle Literatur entsprechend dem Themengebiet.

---

## **Modulbeschreibung Mechatronische Systementwicklung**

---

Durch die Lehrveranstaltung werden die interdisziplinären Zusammenhänge von komplexen Maschinen und technischen Systemen verstanden. Die Teilnehmer sind sicher im Umgang mit Simulationstools für hybride Systemmodelle und können dynamische Simulationen mit linearem und nichtlinearem Verhalten selbstständig durchführen.

---

### **Studienangebot**

Master Maschinenbau

Graduate Campus

---



<b>Modulnummer</b>	84 310
<b>SPO-Version</b>	205
<b>Modulart</b>	Pflichtmodul
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Dr. Jürgen Baur
<b>Studiensemester</b>	3
<b>Angebotshäufigkeit / Dauer des Moduls</b>	Wintersemester / 3-4 Wochenenden
<b>Credits</b>	5
<b>Workload Präsenz</b>	40 h
<b>Workload geleitetes E-Learning</b>	-
<b>Workload Selbststudium</b>	60 h
<b>Workload Prüfungsvorbereitung</b>	50 h
<b>Verwendung in anderen Studienangeboten</b>	-
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul</b>	Formal: - Inhaltlich: Mathematik: Fourier-Transformation, Differentialgleichungen, komplexe Zahlen, Bool'sche Algebra (TS4); gute Kenntnisse in Elektrotechnik, Steuer- und Regelungstechnik; Grundkenntnisse in Technischer Mechanik, Mikroprozessortechnik bzw. SPS-Programmierung (TS5)
<b>Sprache</b>	Deutsch
<b>Enthaltene Lehrveranstaltungen</b>	-
<b>Lehrende/r</b>	Prof. Dr. Jürgen Baur
<b>Art der Lehrveranstaltung</b>	Vorlesung, Übung, Labor
<b>Art und Dauer des Leistungsnachweises/ Voraussetzungen für die Vergabe von ECTS-Punkten</b>	PLP
<b>Ermittlung der Modulnote</b>	100%
<b>Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung</b>	keine
<b>Zertifikatskurs</b>	Nein
<b>Bemerkungen</b>	Zugelassene Hilfsmittel zur Projektarbeit: Manuskript und persönliche Aufschriebe

### Lehrinhalte

- 1 Modellbasierte Systementwicklung mechatronischer Systeme
- 2 Entwurf und Simulation zeitdiskreter Steuer- und Regelalgorithmen
- 3 Entwicklungsprozess von Requirementspezifikation über Systementwurf und Implementierung bis zum Systemtest & Verifizierung
- 4 Anwendungsbeispiele aus dem Automotivebereich und des Maschinenbaus
- 5 Elektromechanische Antriebssysteme
- 6 Autocodegenerierung mit Matlab Embedded Coder und Simulink PLC-Coder

- 7 Integration des Funktionssoftware in die Basissoftware auf Mikrocontrollerplattformen (Programmiersprache C)
- 8 Labor „Drehzahlregelung eines DC-Motors“ mit Simulink Desktop Realtime

### **Fachkompetenz**

Die Teilnehmer verstehen den modellbasierten Entwicklungsprozess anhand ausgewählter Anwendungsbeispiele von der Funktionsspezifikation über die modellbasierte Softwareentwicklung bis zum Systemtest. Sie sind selbstständig in der Lage, ein Systemmodell mit Steuer-/Regelalgorithmen zu entwickeln und mit Matlab-Simulink zu simulieren. Die Teilnehmer sind fähig, dynamische mechatronische (Teil-) Systeme zu modellieren und mittels Simulation modellbasiert gesteuerte und geregelte Systemfunktionen zu realisieren und zu optimieren. Sie können mit Hilfe der Modellierung und Simulation dynamische Systemeigenschaften analysieren. Außerdem können sie beurteilen, welche Vor- und Nachteile des modellbasierten Ansatzes gegenüber dem traditionellen Entwicklungsprozess für eine strategische Entscheidung vorliegen.

### **Überfachliche Kompetenz**

Die Teilnehmer sind in der Lage, Fragestellungen im Entwicklungsteam zu bearbeiten. Dabei können sie einen eigenständigen Beitrag leisten.

### **Literatur**

- **Lunze, J.:** Ereignisdiskrete Systeme, Oldenbourg-Verlag, 2006
- **Zirn, O.; Weikert, S.:** Modellbildung und Simulation hochdynamischer Fertigungssysteme, Springer-Verlag, 2006
- **Janschek, K.:** Systementwurf mechatronischer Systeme, Springer-Verlag, 2010

---

## **Modulbeschreibung Leadership**

---

Die Studierenden sind in der Lage, neue Anforderungen an das Führen zu verstehen und können die sich daraus ergebenden Implikationen für das konkrete Führungshandeln ableiten. Sie kennen wesentliche Methoden und Techniken des Führens und können diese zielgerichtet in der Praxis umsetzen. Nach Abschluss des Moduls können sie wesentliche Faktoren identifizieren, die Führungserfolg behindern oder fördern.

	Graduate Campus
<b>Modulnummer</b>	84 320
<b>SPO-Version</b>	205
<b>Modulart</b>	Pflichtmodul
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Dr. Jana Wolf
<b>Studiensemester</b>	3
<b>Angebotshäufigkeit / Dauer des Moduls</b>	Wintersemester / 3 Monate (Blended-Learning)
<b>Credits</b>	5
<b>Workload Präsenz</b>	14 h
<b>Workload geleitetes E-Learning</b>	36 h
<b>Workload Selbststudium</b>	44 h
<b>Workload Prüfungsvorbereitung</b>	50 h
<b>Verwendung in anderen Studienangeboten</b>	Master Wirtschaftsingenieurwesen, Master Technikmanagement
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul</b>	-
<b>Sprache</b>	Deutsch, Englisch
<b>Enthaltene Lehrveranstaltungen</b>	-
<b>Lehrende/r</b>	Prof. Dr. Jana Wolf
<b>Art der Lehrveranstaltung</b>	Vorlesung, Übung
<b>Art und Dauer des Leistungsnachweises/ Voraussetzungen für die Vergabe von ECTS-Punkten</b>	PLS
<b>Ermittlung der Modulnote</b>	100%
<b>Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung</b>	-
<b>Zertifikatskurs</b>	Ja
<b>Bemerkungen</b>	Ergänzung der Lehrveranstaltung durch Online Sessions, Feedback zur schriftlichen Arbeit

### Lehrinhalte

- 1 Classic Leadership Models
- 2 Modern Leadership Approaches
- 3 Leadership and Management based on Kotter
- 4 Leadership Challenges
- 5 Kotter's 8 step model for change
- 6 Guiding coalitions and leadership teams
- 7 The four aspects of management
- 8 The change curve

- 9 Considerations for communication
- 10 Senge - Dance of Change
- 11 Leading through resistance
- 12 Management in an international leadership context
- 13 Cultural differences
- 14 Challenges leading international teams
- 15 Leading teams from different cultures
- 16 Communication tips in international leadership situations
- 17 Leadership 4.0
- 18 Current international leadership challenges

### **Fachkompetenz**

Die Studierenden sind in der Lage, unterschiedliche Führungsstile und Diagnosemodelle zu analysieren. Sie sind in der Lage, die Analyse sowohl aus Sicht des Unternehmens als auch aus Sicht des Mitarbeiters durchzuführen. Sie können die komplexen Ursache-Wirkungs-Beziehungen im Führungskontext und den Zusammenhang zum Erfolg des Unternehmens analysieren. Nach Abschluss des Moduls können sie Führungstechniken anwenden. Sie können Problemlösetechniken im Führungskontext richtig anwenden und steuern.

### **Überfachliche Kompetenz**

Die Teilnehmer sind in der Lage, Führung über das Alltagswissen hinaus einzuordnen. Der Führungskontext ist bewusst und Problemlösungstechniken können optimierend eingesetzt werden.

### **Literatur**

- **Kotter, John:** Leading Change (1996). Boston: Harvard Business School Press
- **Tuckman, Bruce (1965).** Developmental sequences in small groups. In: Psychological Bulletin
- **Goleman, David (2000).** Leadership that gets results. Harvard Business Review. March-April 2002
- **Senge, Peter M. (1990).** The fifth discipline, Doubleday/Currency
- **Bea, F.X; Haas, J.:** Strategisches Management; 4. Auflage, Stuttgart: Lucius & Lucius, 2005
- **Vahs, Dietmar; Burmester, Ralf:** Innovationsmanagement - Von der Produktidee zur erfolgreichen Vermarktung; 3. Auflage, Stuttgart: Schäffer-Poeschel-Verlag, 2005
- **Hauschildt, Jürgen; Salomo, Sören:** Innovationsmanagement, 4. Auflage, München: Vahlen Verlag 2007
- **Specht, G, Beckmann, C., Amelingmeyer, J.:** F&E-Management – Kompetenz im Innovationsmanagement; 2. Auflage, Stuttgart: Schäffer-Poeschel-Verlag, 2002



# Semester 4

---

## Modulbeschreibung Masterthesis

---

Die Studierenden verstehen die Verbindung zwischen Wissenschaft und Praxis und können unter Verwendung der jeweils angemessenen Methoden innerhalb einer vorgegebenen Frist selbstständig eine Fragestellung aus dem Aufgabengebiet bearbeiten, Daten zu interpretieren und zu bewerten und die Ergebnisse sachgerecht darstellen. Sie können komplexe fachbezogene Inhalte klar und zielgruppengerecht präsentieren und verteidigen, sowohl mündlich als auch schriftlich. Sie sind fähig, effiziente Arbeitstechniken zu entwickeln.

<b>Studienangebot</b>	Master Maschinenbau
	Graduate Campus
<b>Modulnummer</b>	84 200
<b>SPO-Version</b>	205
<b>Modulart</b>	Pflichtmodul
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Dr. Markus Kley
<b>Studiensemester</b>	4
<b>Angebotshäufigkeit / Dauer des Moduls</b>	Sommersemester / 6 Monate
<b>Credits</b>	25
<b>Workload Präsenz</b>	6 h
<b>Workload geleitetes E-Learning</b>	14 h
<b>Workload Selbststudium</b>	700 h
<b>Workload Prüfungsvorbereitung</b>	50 h
<b>Verwendung in anderen Studienangeboten</b>	-
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul</b>	Formal: Alle Modulprüfungen der ersten drei Semester sind bestanden Für „Defence“: Abgabe der Masterarbeit Inhaltlich: -

---

<b>Sprache</b>	Deutsch, Englisch
<b>Enthaltene Lehrveranstaltungen</b>	Masterthesis Begleitende Veranstaltung Defence
<b>Lehrende/r</b>	Individuell, je nach Thema (Masterthesis & Defence), Dr. Andreas Häger (Begleitende Veranstaltung)
<b>Art der Lehrveranstaltung</b>	Masterthesis & Defence: Projekt, Begleitende Veranstaltung: Vorlesung, Übung, oder Projekt
<b>Art und Dauer des Leistungsnachweises/ Voraussetzungen für die Vergabe von ECTS-Punkten</b>	Masterthesis: PLS (88%) Begleitende Veranstaltung: PLS (unbenotet) Defence: PLM (12%)
<b>Ermittlung der Modulnote</b>	88% Masterthesis 0% Begleitende Veranstaltung (unbenotet) 12% Defence
<b>Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung</b>	-
<b>Zertifikatskurs</b>	Nein
<b>Bemerkungen</b>	-

### Lehrinhalte

Individuell aus dem thematischen Umfeld der Studieninhalte des Masterstudiengangs.

### Fachkompetenz

Die Studierenden sind in der Lage, innerhalb einer vorgegebenen Frist und unter Begleitung des betreuenden Professors eine fachspezifische, anwendungsbezogene Aufgabenstellung selbstständig unter Verwendung wissenschaftlicher Methoden zu bearbeiten. Dabei können sie die im Masterstudium erworbenen ingenieurwissenschaftlichen Fach- und Methodenkompetenzen anwenden und sind imstande, sich in Aufgabenstellungen des Studiengabereichs Maschinenbau vertiefend einzuarbeiten. Sie sind fähig, eine schriftliche Ausarbeitung zu entwerfen, um die Ergebnisse sachgerecht darzustellen. Sie können diese im Rahmen eines Kolloquiums zielgruppengerecht vorstellen und in einen breiteren fachlichen Zusammenhang einordnen. Die Studierenden sind dabei in der Lage, ihr Thema schlüssig vorzutragen und auf Fragen kompetent zu antworten. Die Studierenden können Probleme analysieren und lösen. Sie können gesammelte Daten bewerten und deren Relevanz sowie Plausibilität beurteilen.

### Überfachliche Kompetenz

Die Studierenden sind in der Lage, eigenverantwortlich und termingerecht ein Projekt zu bearbeiten, indem sie komplexe Probleme analysieren, strukturieren und lösen können, im Rahmen einer praxisrelevanten Fragestellung. Die Studierenden sind fähig, sich selbstständig zu organisieren, indem sie in angemessener Weise Prioritäten setzen und den Belastungen während des Moduls standhalten. Sie können Kritik annehmen und sich konstruktiv damit auseinandersetzen.

### Literatur

Individuelle Literatur entsprechend dem Themengebiet.



# Wahlmodule

# Semester 1

Durch die Lehrveranstaltung wird der Änderungsbedarf existierender Produktionsanlagen erkannt. Die Teilnehmer können Sollzustände hochflexibler Produktionsprinzipien an Hand des Toyota Produktionssystems, den Prinzipien des Lean Managements und den Möglichkeiten von Industrie 4.0 definieren und umstrukturieren. Sie sind in der Lage, die für die Aufgabe am besten geeignete Organisationsform zu bestimmen und die Form der digitalen Zusammenarbeit zu beschreiben. Sie können stabile autonome Produktionsprozesse entwickeln und diese in Prozessmodellen implementieren.

<b>Studienangebot</b>	Master Maschinenbau
	Graduate Campus
<b>Modulnummer</b>	84 810
<b>SPO-Version</b>	205
<b>Modulart</b>	Wahlmodul
<b>Modulverantwortlicher</b>	Dipl.-Ing. Gerhard Subek
<b>Studiensemester</b>	1
<b>Angebotshäufigkeit / Dauer des Moduls</b>	Wintersemester / 3-4 Wochenenden
<b>Credits</b>	5
<b>Workload Präsenz</b>	50 h
<b>Workload geleitetes E-Learning</b>	-
<b>Workload Selbststudium</b>	50 h
<b>Workload Prüfungsvorbereitung</b>	50 h
<b>Verwendung in anderen Studienangeboten</b>	-
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul</b>	-
<b>Sprache</b>	Deutsch
<b>Enthaltene Lehrveranstaltungen</b>	-
<b>Lehrende/r</b>	Dipl.-Ing. Gerhard Subek
<b>Art der Lehrveranstaltung</b>	Vorlesung, Übung, Exkursion
<b>Art und Dauer des Leistungsnachweises/ Voraussetzungen für die Vergabe von ECTS-Punkten</b>	PLK (90 Minuten)
<b>Ermittlung der Modulnote</b>	100%
<b>Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung</b>	keine
<b>Zertifikatskurs</b>	-
<b>Bemerkungen</b>	-

### Lehrinhalte

- 1 Einführung in die Produktionssystematik
- 2 Der Produktentwicklungsprozess und seine Auswirkung auf die Produktion

- 3 Einführung in die Prinzipien von Industrie 4.0
- 4 Anwendung der Methoden des Toyota Produktionssystems (TPS) und den Prinzipien des Lean Management im Kontext mit Industrie 4.0
- 5 Digitales Prozessmanagement Vertrieb – Produktion in hochflexiblen Produktionen
- 6 Industrie 4.0
  - Grundlagen der Vernetzung
  - Kommunikationssysteme
  - Das Schnittstellenproblem
  - Auswirkungen auf den industriellen Status
  - Struktur der zukünftigen Vernetzung
  - Einfluss auf Unternehmen und Arbeitnehmer
  - „Und wo ist nun das Problem?“
  - Strukturanalyse und Einführungsszenarien
  - Wie sieht die Produktionsarbeit der Zukunft aus?
  - Industrielle Anwendungsbeispiele Industrie 4.0

### **Fachkompetenz**

Die Teilnehmer verstehen die grundlegenden Methoden und Strukturen des modernen Produktionsmanagements im Kontext mit Industrie 4.0. Sie können herkömmliche Produktionsphilosophien mit modernen, flexiblen Produktionssystemen vergleichen und den zunehmenden Einfluss von Industrie 4.0 auf diese Systeme verstehen. Sie sind in der Lage, mit diesen Methoden selbstständig neue Werke, Produktionsanlagen oder deren Teile zu planen und jede Entscheidung unter den Gesichtspunkten von Industrie 4.0 zu treffen. Die Teilnehmer sind imstande, die für die Produktstruktur günstigsten Produktionsbedingungen auszuwählen und können den Informationsfluss vom Kunden bis zur Produktherstellung digital organisieren. Ferner sind sie in der Lage die niedrigen Kosten der Massenproduktion auf die zukünftige personalisierte Stückzahl 1 zu übertragen. Sie sind fähig, Produktionsmethoden der hochflexiblen Fertigung zu implementieren. Die Teilnehmer analysieren bestehende Lagerkonzepte und deren digitalen Informationsfluss für die weitere Wertschöpfung und richten diese nach Toyota-Prinzipien aus. Weiterhin analysieren sie bestehende Produktionsprozesse nach den Möglichkeiten der sogenannten Industrie 4.0. Die Teilnehmer können unterschiedliche Fertigungskonzepte beurteilen und evaluieren und entscheiden zwischen unterschiedlichen Einsatzgebieten von Industrie 4.0 in der Produktion, Methoden der Materialwirtschaft und schlanker Produktionskonzepte.

### **Überfachliche Kompetenz**

Die Teilnehmer setzen sich mit den volkswirtschaftlichen Aspekten von Industrie 4.0 auseinander und erkennen Brennpunkte und Handlungsbedarfe von „Arbeit 4.0“. Dazu gehört ebenso die Betrachtung der Auswirkungen von Industrie 4.0 auf soziale und ökologische Aspekte der Produktion der Zukunft. Insbesondere auf Ressourcenschonung und Emissionsvermeidung. Sie sind fähig, die Lehrinhalte selbstständig zu wiederholen und ihr Wissen im Selbststudium zu vertiefen.

### **Literatur**

- **Franz J. Brunner.:** Japanische Erfolgskonzepte, München: Hanser, [2017] (E-Book)
- **Markus Schneider:** Lean factory design: Gestaltungsprinzipien für die perfekte Produktion

und Logistik, München:

- Hanser, [2016] (E-Book)
- **Womack, J.-P.; Jones, D.-T.:** The machine that changed the world, Rawson Associates, New York 1990
- **Imai, M.: Kaizen:** Der Schlüssel zum Erfolg der Japaner im Wettbewerb. 7. Auflage, Wirtschaftsverlag Langen
- Müller/Herbig, München 1992
- **Ohno, T.:** Das Toyota-Produktionssystem. Übersetzung von W. Hof. Campus Verlag, Frankfurt 1993
- **Sekine, K.:** Produzieren ohne Verschwendung. Der japanische Weg zur schlanken Produktion. Japan Service, Verlag
- Moderne Industrie. Landsberg Lech 1994
- **Handout in der Vorlesung:** Management Circle: Ohne Führung kein KVP Heft 1 und 2
- **Acatech Studie:** Industrie 4.0 Maturity Index / Die digitale Transformation von Unternehmen gestalten
- **Acatech Studie:** Akzeptanz von Industrie 4.0 / Abschlussbericht zu einer explorativen empirischen Studie über die deutsche Industrie
- **Plattform Industrie 4.0 Forschungsbeirat: Themenfelder Industrie 4.0 /** Forschungs- und Entwicklungsbedarfe zur erfolgreichen Umsetzung von Industrie 4.0

---

## Modulbeschreibung Additive Manufacturing

---

Durch die Lehrveranstaltung haben die Teilnehmer bezüglich der additiven Herstellung von Bauteilen (Kunststoff/Metall) ein Prozessverständnis von der Idee über die Entwicklung bis hin zur Fertigung mit Nachbearbeitung.

<b>Studienangebot</b>	Master Maschinenbau
	Graduate Campus
<b>Modulnummer</b>	84 811
<b>SPO-Version</b>	205
<b>Modulart</b>	Wahlmodul
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Dr. Matthias Haag
<b>Studiensemester</b>	1
<b>Angebotshäufigkeit / Dauer des Moduls</b>	Wintersemester / 1 Semester
<b>Credits</b>	5
<b>Workload Präsenz</b>	40 h
<b>Workload geleitetes E-Learning</b>	-
<b>Workload Selbststudium</b>	60 h
<b>Workload Prüfungsvorbereitung</b>	50 h
<b>Verwendung in anderen Studienangeboten</b>	-
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul</b>	Formal: - Inhaltlich: Mathematik, Physik, Werkstoffkunde, Umgang mit einem 3D-CAD-System, Grundkenntnisse im Projektmanagement
<b>Sprache</b>	Deutsch
<b>Enthaltene Lehrveranstaltungen</b>	-
<b>Lehrende/r</b>	Prof. Dr. Matthias Haag, Prof. Dr. Miranda Fateri, Herr Johannes Lutz
<b>Art der Lehrveranstaltung</b>	Vorlesung, Übung, Projekt, Labor
<b>Art und Dauer des Leistungsnachweises/ Voraussetzungen für die Vergabe von ECTS-Punkten</b>	PLP, PLS
<b>Ermittlung der Modulnote</b>	100% PLS
<b>Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung</b>	-
<b>Zertifikatskurs</b>	Nein
<b>Bemerkungen</b>	Nach erfolgter Vorstellung des Projektes (vor den Kommilitonen und den Dozenten – etwa 15min mit anschließender Diskussion) erfolgt die Notenvergabe auf Basis des Projektberichtes.

## Lehrinhalte

- 1 Einblick in additive Fertigungstechniken – Voraussetzungen, Eignung, Chancen, Grenzen und Vergleich.
- 2 Treffsichere Gestaltung additiv erstellter Bauteile – Unterschiede zum bekannten Produktentstehungsprozess
- 3 Bearbeiten eines Projektes von der Idee bis zur praktischen Herstellung

## Fachkompetenz

Die Teilnehmer verstehen das Potenzial und die Herausforderungen von neuen Fertigungsverfahren (insbesondere Additive Manufacturing, Rapid-Prototyping, Rapid-Tooling und Rapid-Manufacturing). Sie verstehen die Besonderheiten der additiven Fertigungsverfahren im Kontext der Produktentwicklung und -entstehung. Sie können mit einem 3D-CAD-System Komponenten für die additive Fertigung gestalten und mittels CAE-Systemen dimensionieren. Für die Herstellung können Sie die spezifischen Belange der CAD/CAM-Schnittstelle an ausgewählten Komponenten berücksichtigen. Die Teilnehmer sind in der Lage, die Möglichkeiten der Fertigungsverfahren für spezifische Produkte zu analysieren und jeweils geeignete Verfahren auszuwählen. Sie können die Vor- und Nachteile der additiven Fertigung gegenüber anderen Verfahren wie beispielsweise Umformverfahren oder subtraktiven Verfahren beurteilen.

## Überfachliche Kompetenz

Die Teilnehmer sind in der Lage, der Lehrveranstaltung eigenständig zu folgen und das Gelernte im Selbststudium und Kleinprojekten zu vertiefen. Sie können Ergebnisse selbstständig in Berichten zielgruppengerecht darstellen.

## Literatur

- **Gebhardt, Andreas:** 3D-Drucken: Grundlagen und Anwendungen des Additive Manufacturing (AM). Carl Hanser Verlag GmbH Co KG, 2014.
- **Berger, Hartmann, Schmid:** Additive Fertigungsverfahren: Rapid Prototyping, Rapid Tooling, Rapid Manufacturing, Europa Lehrmittel 2013.
- **Jannis Breuninger, Ralf Becker, Andreas Wolf:** Generative Fertigung mit Kunststoffen: Konzeption und Konstruktion für Selektives Lasersintern.
- **Johannes Lutz, Matthias Haag:** 3D-Druck Profi-Wissen, ISBN:978-3-00-061866-6, Eigenverlag 2019.

---

## Modulbeschreibung Qualitätsmanagement

---

In der Lehrveranstaltung wird modernes Qualitätsmanagement als partnerschaftliche, unterstützende Managementdisziplin betrachtet.

Die Teilnehmer können ein breites Spektrum an allgemeinen Methoden auf vielfältige Fragestellungen anwenden. Sie können Qualitätsmanagement als interdisziplinäre Managementdisziplin mit sehr breitem Methodenspektrum, zwischen Technik, Betriebswirtschaft und Organisation einordnen und im Unternehmen vertreten. Außerdem sind sie vorbereitet, in der Organisation mit Prozessen zu führen.

<b>Studienangebot</b>	Master Maschinenbau
	Graduate Campus
<b>Modulnummer</b>	84 812
<b>SPO-Version</b>	205
<b>Modulart</b>	Wahlmodul
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Dr.-Ing. Klaus-Dieter Rupp
<b>Studiensemester</b>	1
<b>Angebotshäufigkeit / Dauer des Moduls</b>	Wintersemester / 3-4 Wochenenden
<b>Credits</b>	5
<b>Workload Präsenz</b>	50 h
<b>Workload geleitetes E-Learning</b>	-
<b>Workload Selbststudium</b>	50 h
<b>Workload Prüfungsvorbereitung</b>	50 h
<b>Verwendung in anderen Studienangeboten</b>	Master Wirtschaftsingenieurwesen, Master Technikmanagement
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul</b>	-
<b>Sprache</b>	Deutsch
<b>Enthaltene Lehrveranstaltungen</b>	-
<b>Lehrende/r</b>	Dipl.-Ing. Elmar Zeller
<b>Art der Lehrveranstaltung</b>	Vorlesung, Übung
<b>Art und Dauer des Leistungsnachweises/ Voraussetzungen für die Vergabe von ECTS-Punkten</b>	PLP oder PLK (90 Minuten); entscheidet sich im Rahmen der Veranstaltung anhand der Verfügbarkeit aktueller Themen während des Vorlesungszeitraums
<b>Ermittlung der Modulnote</b>	100%
<b>Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung</b>	-
<b>Zertifikatskurs</b>	Ja
<b>Bemerkungen</b>	Dieses Modul orientiert sich an den Qualifikationszielen zum Qualitätsmanager der DGQ. Für Studenten, die die Prüfung zum QM bereits abgelegt haben oder 2 Semester Qualitätsmanagement absolviert haben, wird dieses Modul nicht empfohlen.



## Lehrinhalte

- 1 Das Prozessmodell der ISO9000
- 2 Messung Analyse und Verbesserung
- 3 Methoden FMEA, QFD
- 4 Motivation, Visualisierung und Präsentation
- 5 Dokumentation des QM-Systems
- 6 interne Audits
- 7 QM umsetzen in die Praxis
- 8 Bewerten und Weiterentwickeln

## Fachkompetenz

Die Teilnehmer sind in der Lage, Qualitätsmanagementsysteme in ein Unternehmen einzuführen. Sie können mit den Methoden des Qualitätsmanagement zielgerichtet handeln. Sie sind imstande, Engineering Methoden im Rahmen eines Qualitätsmanagementsystems auf exemplarische Fälle anzuwenden. Sie können Unternehmensprozesse hinsichtlich der Forderungen des normativen Qualitätsmanagement (insbesondere ISO 9000 ff) analysieren und verbessern. Es werden aktuelle Themen und Praxisübungen durchgeführt und behandelt.

## Überfachliche Kompetenz

Die Teilnehmer sind in der Lage, sowohl selbstständig als auch im Team interdisziplinär prozessorientiert zu arbeiten.

## Literatur

- **Schmitt, R., & Pfeifer, T.:** Qualitätsmanagement: Strategien, Methoden, Techniken, Hanser
- **Linß, G.:** Qualitätsmanagement für Ingenieure, Hanser
- **DGQ FMEA** - Fehlermöglichkeits- und Einflussanalyse: DGQ-Band 13-11, Beuth
- **DGQ QFD** - Quality Function Deployment: (DGQ-Band 13-21), Beuth
- **DGQ** Dokumentation prozessorientierter Managementsystem, Beuth
- **DGQ** Integrierte Managementsysteme, Beuth

# Semester 2

---

## Modulbeschreibung Advanced CAE-Simulation

---

In der Lehrveranstaltung werden die Einsatzmöglichkeiten von expliziten Simulationsmethoden beurteilt und diese angewendet. Die Teilnehmer sind imstande, eigenständig Material- und Versagensmodelle aus in Laborversuchen ermittelten Versuchsdaten abzuleiten und diese in einer Simulation anzuwenden. Sie können die Auswertung und Bewertung der Ergebnisse expliziter Simulationen diskutieren und in einem Fachgespräch begründen.

<b>Studienangebot</b>	Master Maschinenbau
	Graduate Campus
<b>Modulnummer</b>	84 813
<b>SPO-Version</b>	205
<b>Modulart</b>	Wahlmodul
<b>Modulverantwortlicher</b>	Dr. Wolfgang Rimkus
<b>Studiensemester</b>	2
<b>Angebotshäufigkeit / Dauer des Moduls</b>	Sommersemester / 3-4 Wochenenden
<b>Credits</b>	5
<b>Workload Präsenz</b>	44 h
<b>Workload geleitetes E-Learning</b>	6 h
<b>Workload Selbststudium</b>	50 h
<b>Workload Prüfungsvorbereitung</b>	50 h
<b>Verwendung in anderen Studienangeboten</b>	-
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul</b>	Formal: - Inhaltlich: Grundlagen der FEM
<b>Sprache</b>	Deutsch
<b>Enthaltene Lehrveranstaltungen</b>	Anwendung expliziter Simulationsmethoden, Advanced CAE-Simulation
<b>Lehrende/r</b>	Dr. Wolfgang Rimkus (Anwendung expliziter Simulationsgrundlagen) Julian Schlosser (Advanced CAE-Simulation)
<b>Art der Lehrveranstaltung</b>	Vorlesung, Übung, Projekt, Labor
<b>Art und Dauer des Leistungsnachweises/ Voraussetzungen für die Vergabe von ECTS-Punkten</b>	PLP
<b>Ermittlung der Modulnote</b>	100%
<b>Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung</b>	keine
<b>Zertifikatskurs</b>	Ja
<b>Bemerkungen</b>	-

---

## Lehrinhalte

- 1 Anwendung expliziter Simulationsmethoden
  - Die Anwendung eines expliziten Simulationssystems
  - Modelltechnik und -aufbau
  - Validierung und Verifikation von Berechnungsmodellen
- 2 Materialmodell und Schädigung-/Versagensmodelle
  - Kennenlernen verschiedener Materialmodelle und deren Verwendung
  - Ermittlung von materialspezifischen Kennwerten in Laborversuchen und Implementierung in ein geeignetes Materialmodell
  - Einführung in Schädigungs- und Versagensmodelle für die Simulation
  - Erstellung einer Versagenskurve aus Versuchsdaten und deren Implementierung in ein Versagensmodell
  - Anwendung von Materialmodellen und Versagensmodellen in der Simulation

## Fachkompetenz

Die Teilnehmer sind imstande, dynamische Problemstellungen zu analysieren und dies im Simulationssystem umzusetzen. Sie können die Anwendbarkeit und Grenzen der CAE-Simulation auf komplexe Aufgaben beurteilen. Sie können die Simulationsergebnisse resultierend aus einer dynamischen (expliziten) Simulation beurteilen und bewerten. Die Studierende lernen elementare Methoden zur Ermittlung von Materialmodellen, auch im Laborversuch, kennen und können diese in der Simulation anwenden. Die Studierende haben ein Grundverständnis über Schädigungs- und Versagensmodelle, deren Ermittlung und Anwendung. Sie sind imstande diese Modelle in eine Simulation zu implementieren und zu beurteilen.

## Überfachliche Kompetenz

Die Teilnehmer sind imstande, in Kleingruppen Lösungsmöglichkeiten für die Abbildung von nichtlinearen Problemstellungen in der Simulation zu erarbeiten sowie in diesen Gruppen Simulationen durchzuführen. Sie können ihr erworbenes Wissen selbstständig und auch in Teams diskutieren.

## Literatur

- **Klein, Bernd:** FEM - Grundlagen und Anwendungen der Finite-Element-Methode im Maschinen- und Fahrzeugbau, Springer Verlag, 2010
- **Steinke, Peter:** Finite-Elemente-Methode, Rechnergestützte Einführung, Springer Verlag, 2007
- **Rieg, Frank; Hackenschmidt, Reinhard; Alber-Laukant, Bettina:** Finite Elemente Analyse für Ingenieure – Grundlagen und praktische Anwendungen mit Z88Aurora, Hanser Verlag, 2012
- **Rust, Wilhelm:** Nichtlineare Finite-Elemente-Berechnungen: Kontakt, Kinematik, Material, Vieweg+Teubner Verlag 2011
- **Marcus Wagner:** Lineare und nichtlineare FEM : Eine Einführung mit Anwendungen in der Umformsimulation mit LSDYNA®
- **LS-DYNA Manual** - Vol I, Vol II, Vol III
- **J. Effelsberg, A. Haufe, M. Feucht, F. Neukamm, P. Du Bois,** On parameter identification for GISSMO damage model.
- **Daniel Hörling,** Parameter identification of GISSMO damage model for DOCOL 1200M: A study on crash simulation for high strength steel sheet components, 2015
- **J. H. Hollomon,** Tensile deformation, Trans. Metall. Soc., 1945, pp. 268–290.

---

## Modulbeschreibung Leichtbau

---

In der Lehrveranstaltung wird eine hybride Leichtbaustruktur anhand der VDI-Richtlinie 2221 systematisch analysiert und in einzelne Arbeitspakete heruntergebrochen. Die Teilnehmer kennen den strukturierten Auslegungsprozess für Faserverbundwerkstoffe. Sie verstehen die Kreativitätstechniken Morphologischer Kasten und Brainstorming. Außerdem sind sie in der Lage, die strukturierte Vorgehensweise bei der Leichtbauauslegung, Konstruktion und Berechnung anhand eines industrienahen Beispiels selbständig anzuwenden.

<b>Studienangebot</b>	Master Maschinenbau
	Graduate Campus
<b>Modulnummer</b>	84 814
<b>SPO-Version</b>	205
<b>Modulart</b>	Wahlmodul
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Dr. André Baeten
<b>Studiensemester</b>	2
<b>Angebotshäufigkeit / Dauer des Moduls</b>	Sommersemester / 3 Monate (Blended-Learning)
<b>Credits</b>	5
<b>Workload Präsenz</b>	20 h
<b>Workload geleitetes E-Learning</b>	30 h
<b>Workload Selbststudium</b>	50 h
<b>Workload Prüfungsvorbereitung</b>	50 h
<b>Verwendung in anderen Studienangeboten</b>	Master Wirtschaftsingenieurwesen
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul</b>	Formal: - Inhaltlich: Konstruktion, CAD, FEM, Festigkeitslehre
<b>Sprache</b>	Deutsch
<b>Enthaltene Lehrveranstaltungen</b>	-
<b>Lehrende/r</b>	Prof. Dr. André Baeten
<b>Art der Lehrveranstaltung</b>	Vorlesung, Übung, Projekt, Labor
<b>Art und Dauer des Leistungsnachweises/ Voraussetzungen für die Vergabe von ECTS-Punkten</b>	PLP (Präsentation, 30 Minuten)
<b>Ermittlung der Modulnote</b>	100% PLP
<b>Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung</b>	Keine
<b>Zertifikatskurs</b>	Ja
<b>Bemerkungen</b>	Exkursion (fakultativ) zu Industrie- und Forschungspartnern im Raum Augsburg (1 Tag). Die Teilnahme an der Exkursion wird mit einem Bonus (20%) auf die Modulnote angerechnet.

## Lehrinhalte

### Pre E-Learning Phase

- 1 Projektvorstellung Leichtbau
- 2 Hybridbauweise: Funktionsanalyse und Lastenheft (projektbezogen)
- 3 Grundprinzipien des Leichtbaus
- 4 Werkstoffe im Leichtbau, Faserverstärkte Werkstoffe
- 5 Leichtbau-Designkriterien (projektbezogen)
- 6 Krafteinleitung im Leichtbau (projektbezogen)
- 7 Leichtbauelemente 1: Dünnwandige Balkenquerschnitte
- 8 Leichtbauelemente 2: Schalenstrukturen
- 9 Leichtbauelemente 3: Schubfeldträger
- 10 Leichtbauelemente 4: Sandwichstrukturen
- 11 Herstellverfahren im Leichtbau
- 12 Dimensionierung einer Leichtbaustruktur (projektbezogen)
- 13 Festigkeitsanalyse einer Leichtbaustruktur (projektbezogen)
- 14 Prinzip der numerischen Optimierung (projektbezogen)

### Präsenz Phase

- 1 Funktionsanalyse, Anforderungsanalyse (projektbezogen)
- 2 Einsatz von Kreativitätstechniken zur Lösungsfindung (projektbezogen)
- 3 Einführung FE-Programm Ansys mit Schwerpunkt auf Strukturanalyse im Leichtbau
- 4 Projektbezogene Modellerstellung einer Leichtbaustruktur in Ansys
- 5 Strukturanalyse und Aufzeigen von alternativen Lösungswegen (projektbezogen)
- 6 Grundlagen der Optimierung einer Leichtbaustruktur

### Post E-Learning Phase

- 1 Analyse des projektbezogenen Bauteils aus der Präsenzphase bzgl. Leichtbaupotential: Geometrie / Werkstoff
- 2 Strukturierte Optimierung des projektbezogenen Bauteils bzgl. Gewicht
- 3 Funktionsnachweis und Abgleich mit Lastenheft (Nachweisführung)
- 4 Vollständige Beschreibung des ausgewählten Konzeptes

## Fachkompetenz

Die Teilnehmer sind imstande, den geeigneten Werkstoff und die optimalen Leichtbauelemente bedarfsgerecht auszuwählen. Sie können analytische Lösungsverfahren für typische Leichtbauelemente anwenden und die Optimierung von Leichtbaustrukturen unter Berücksichtigung der Systemgrenzen und Herstellverfahren durchführen. Die Teilnehmer können strukturiert Leichtbauelemente rechnerisch auslegen und ein numerisches Simulationsmodell aufsetzen. Sie sind in der Lage, die optimale Gestaltung dieser Elemente durch einen strukturierten Bewertungsprozess mit Hilfe numerischer Verfahren und einer moderierten Gruppendiskussion anzugeben. Die Teilnehmer können Leichtbaustrukturen auf ihre mechanischen Eigenschaften (Festigkeit, Steifigkeit) hin analysieren sowie Verbindungs- und Fertigungsvorschläge aufzeigen. Sie können eine komplexe technische Aufgabenstellung aus dem Leichtbau anhand einer strukturierten Vorgehensweise in Arbeitspakete herunterbrechen und die einzelnen Arbeitspakete in kleinen Teams bearbeiten. Durch Anwendung geeigneter Kreativitätstechniken sind sie in der Lage, Teillösungen für

Subsysteme der Leichtbaustruktur zu erarbeiten und diese später zu einer sinnvollen Gesamtlösung zu kombinieren. Die Teilnehmer sind in der Lage, Bauteile bezüglich ihres Leichtbaupotentials zu analysieren. Sie sind imstande, Konstruktionen zu analysieren und diese im Bedarfsfall bezüglich des Gewichts zu optimieren, unter Berücksichtigung zulässiger Beanspruchung und Verformung. Sie können die Eignung bestimmter numerischer Verfahren für die mechanische Strukturanalyse beurteilen.

### **Überfachliche Kompetenz**

Die Teilnehmer können Problemstellungen sowohl alleine als auch im Team lösen. Im Team sind sie in der Lage, sich gemeinsam auf ein Ziel zu verständigen. Sie können Lösungsvorschläge methodisch entwickeln und in das Team einbringen. Sie respektieren konkurrierende Meinungen und Lösungsansätze und sind in der Lage, diese argumentativ miteinander zu vergleichen.

### **Literatur**

- **Wiedemann, J.:** Leichtbau. Band 1: Elemente, Springer Verlag, ISBN Nr. 3-540-60746-3, 1996
- **Wiedemann, J.:** Leichtbau. Band 2: Konstruktion, Springer Verlag, ISBN Nr. 3-540-60304-2, 1996
- **Schürmann, H.:** Konstruieren mit Faser-Kunststoff-Verbunden, Springer Verlag, ISBN Nr. 978-3-540-72189-5, 2007
- **Barbero, Ever J.:** Finite Element Analysis of Composite Materials Using Ansys, CRC Press, ISBN Nr. 978-1-4665-1689-2. 2013

# Semester 3



---

## Modulbeschreibung Precision Engineering

---

Durch die Lehrveranstaltung erwerben die Teilnehmer die grundlegenden Kompetenzen, die benötigt werden, um Systeme im Rahmen der Feinmechanik im Hinblick auf die kritischen Systemparameter zu analysieren und zu entwerfen. Hierfür wird ein ganzheitlicher Entwicklungsansatz beginnend von der Anforderungsanalyse bis hin zur Dimensionierung kritischer Systemparameter eingeführt.

<b>Studienangebot</b>	Master Maschinenbau
	Graduate Campus
<b>Modulnummer</b>	84 000
<b>SPO-Version</b>	205
<b>Modulart</b>	Wahlmodul
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Dr. Markus Kley
<b>Studiensemester</b>	3
<b>Angebotshäufigkeit / Dauer des Moduls</b>	Wintersemester / 3-4 Wochenenden
<b>Credits</b>	5
<b>Workload Präsenz</b>	40 h
<b>Workload geleitetes E-Learning</b>	20 h
<b>Workload Selbststudium</b>	60 h
<b>Workload Prüfungsvorbereitung</b>	50 h
<b>Verwendung in anderen Studienangeboten</b>	-
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul</b>	Fundierte Kenntnisse in der technischen Mechanik und Maschinenkonstruktionslehre
<b>Sprache</b>	Deutsch
<b>Enthaltene Lehrveranstaltungen</b>	-
<b>Lehrende/r</b>	Dipl. Ing. Guido Limbach, M.Sc. Semih Öztürk
<b>Art der Lehrveranstaltung</b>	Vorlesung, Übung
<b>Art und Dauer des Leistungsnachweises/ Voraussetzungen für die Vergabe von ECTS-Punkten</b>	PLP
<b>Ermittlung der Modulnote</b>	100%
<b>Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung</b>	keine
<b>Zertifikatskurs</b>	Nein
<b>Bemerkungen</b>	-

---

### Lehrinhalte

- 1 Systems Engineering – Anforderungen und Systemmodellierung (mit SysML)
- 2 Einführung in die Toleranzkettenanalyse
- 3 Statisch bestimmte Systeme
- 4 Statische und dynamische Steifigkeit
- 5 Thermische Stabilität
- 6 Optomechanische Grundlagen
- 7 Analyse- und Entwurf feinmechanischer Systeme
- 8 Monolithische Gelenke
- 9 Klebeverbindungen
- 10 Kontaktprobleme
- 11 Hysterese und Lose

### **Fachkompetenz**

Die Studierenden sind in der Lage, die Herausforderungen und Komplexitäten eines industriellen Entwicklungsprojekts einzordnen. Sie sind in der Lage, Methoden der modellbasierten Systementwicklung zur Anforderung- und Tragweitenanalyse anzuwenden und einzusetzen. Sie können die Modellierungssprache SysML im Kontext von feinmechanischen Systemen anwenden. Sie können Grundbegriffe der Feinmechanik und Optomechanik einordnen. Sie sind in der Lage feinmechanische Systeme unter dem Aspekt der statischen Bestimmtheit zu bewerten. Sie können die wesentlichen Elemente und Funktionen eines feinmechanischen Systems analysieren und beurteilen. Sie sind befähigt, feinmechanische Systeme hinsichtlich der kritischen Systemparameter auszulegen und zu bewerten.

### **Überfachliche Kompetenz**

Das Elaborationspotential sowie die Methodenkompetenz der Studierenden werden mittels Projektarbeit gefördert.

### **Literatur**

- **T. Weilkiens**, Systems Engineering mit SysML/UML – Anforderungen, Analyse, Architektur, Heidelberg, dpunkt.verlag, 2014
- **H. Soemers**, Design Principles for precision mechanisms, Enschede, T-Pointprint, 2017
- **W. Krause**, Konstruktionselemente der Feinmechanik, München, Carl Hanser Verlag, 2018
- **J. Volmer**, Getriebetechnik Grundlagen, Berlin, Verlag Technik, 1995
- **L. Howell**, Compliant Mechanisms, New York, Wiley Interscience, 2001
- **M. Weck**, C.Brecher, Werkzeugmaschinen Konstruktion und Berechnung, Berlin, Springer Verlag, 2006
- **H. Dresig, A. Fidlin**, Schwingungen mechanischer Antriebssysteme, Berlin, Springer, 2020

---

## Modulbeschreibung Machine Learning

---

Die Teilnehmer kennen und verstehen die Konzepte des maschinellen Lernens. Sie sind in der Lage verschiedene Verfahren des maschinellen Lernens zu bewerten und für eine Anwendung problemadäquat auszuwählen. Sie können diese Modelle trainieren und ihre Leistung verlässlich schätzen.

<b>Studienangebot</b>	Master Maschinenbau
	Graduate Campus
<b>Modulnummer</b>	84 000
<b>SPO-Version</b>	205
<b>Modulart</b>	Wahlmodul
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Dr. Ulrich Klauck
<b>Studiensemester</b>	3
<b>Angebotshäufigkeit / Dauer des Moduls</b>	Wintersemester / 3-4 Wochenenden
<b>Credits</b>	5
<b>Workload Präsenz</b>	40 h
<b>Workload geleitetes E-Learning</b>	-
<b>Workload Selbststudium</b>	60 h
<b>Workload Prüfungsvorbereitung</b>	50 h
<b>Verwendung in anderen Studienangeboten</b>	-
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul</b>	Inhaltlich: Programmierkenntnisse, Mathematik, Statistik Formal: -
<b>Sprache</b>	Deutsch
<b>Enthaltene Lehrveranstaltungen</b>	-
<b>Lehrende/r</b>	Prof. Dr. Ulrich Klauck
<b>Art der Lehrveranstaltung</b>	Vorlesung, Übung
<b>Art und Dauer des Leistungsnachweises/ Voraussetzungen für die Vergabe von ECTS-Punkten</b>	PLK
<b>Ermittlung der Modulnote</b>	100%
<b>Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung</b>	-
<b>Zertifikatskurs</b>	Ja
<b>Bemerkungen</b>	

---

## Lehrinhalte

- 1 Grundkonzepte: Maschinelles Lernen, Exploratory Data Analysis, Vorbereitung von Datensätzen, Validierungsmodelle, Generalisierung
- 2 Lineare und generalisierte Regressionsmodelle, Logistische Regression
- 3 Klassische ML-Modelle: Bayesklassifikatoren, Nächste-Nachbarn-Methoden, Entscheidungsbäume, Random Forest Trees, Supportvektormaschinen
- 4 Dimensionalitätsreduktion
- 5 Modellbewertung und -selektion
- 6 Künstliche neuronale Netze und Deep Learning
- 7 Optional: Clusteranalyse

## Fachkompetenz

Die Teilnehmer können verschiedene Verfahren des maschinellen Lernens anwenden. Sie sind in der Lage, für eine bestimmte Problemstellung, die korrekten Methoden auszuwählen und sie anzuwenden. Sie sind in der Lage, sich kritisch mit den Ergebnissen der Anwendung auseinander zu setzen und diese zu evaluieren.

## Überfachliche Kompetenz

Die Bearbeitung von kleineren Problemstellungen erfolgt sowohl selbstständig als auch in Teams. Die Teilnehmer präsentieren ihre Ausarbeitungen in Referaten und müssen dabei ihre Methodenwahl begründen.

## Literatur

- **Joshi, Ameet V**, Machine Learning and Artificial Intelligence. Springer (2020)
- **Singh, Pramood et al.**: Learn TensorFlow2.0 – Implement Machine Learning and Deep Learning. Springer (2020)
- **Rebala, G. et al.**: An Introduction to Machine Learning. Springer (2019)

---

## Modulbeschreibung Produktionsplanung und -steuerung

---

Die Studierenden erkennen den Änderungsbedarf bei existierenden Produktionsplanungs- und Steuerungssystemen für immer komplexer werdende Kundenanforderung. Sie entwickeln ein Verständnis für ideale Fabrikplanungen und einen optimierten Materialfluss. Sie können die Methoden der Materialwirtschaft anwenden und sind in der Lage, für eine jeweilige Aufgabenstellung die optimalen Planungen und Steuerungen der Materialflüsse in einem Unternehmen umzusetzen.

<b>Studienangebot</b>	Master Maschinenbau
	Graduate Campus
<b>Modulnummer</b>	84 817
<b>SPO-Version</b>	205
<b>Modulart</b>	Wahlmodul
<b>Modulverantwortlicher</b>	Gerhard Subek
<b>Studiensemester</b>	3
<b>Angebotshäufigkeit / Dauer des Moduls</b>	Wintersemester / 3-4 Wochenenden
<b>Credits</b>	5
<b>Workload Präsenz</b>	50 h
<b>Workload geleitetes E-Learning</b>	-
<b>Workload Selbststudium</b>	50 h
<b>Workload Prüfungsvorbereitung</b>	50 h
<b>Verwendung in anderen Studienangeboten</b>	Master Wirtschaftsingenieurwesen, Master Technikmanagement
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul</b>	-
<b>Sprache</b>	Deutsch
<b>Enthaltene Lehrveranstaltungen</b>	-
<b>Lehrende/r</b>	Gerhard Subek, Gastdozenten
<b>Art der Lehrveranstaltung</b>	Vorlesung, Multimedia, Übung, Praxisteil bei lokalen Firmen
<b>Art und Dauer des Leistungsnachweises/ Voraussetzungen für die Vergabe von ECTS-Punkten</b>	PLP
<b>Ermittlung der Modulnote</b>	100%
<b>Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung</b>	-
<b>Zertifikatskurs</b>	-
<b>Bemerkungen</b>	-

## Lehrinhalte

- 1 Funktionale Gliederung und Prozessorganisation einer Produktion
  - Fabrikplanung / Strukturierung / Segmentierung
  - Materialflussplanung / Lagerplanung / Linien / Verkettung
- 2 Grundsätzliche Steuerungsmechanismen
  - Vorbereitende Arbeitsplanung / Stücklisten und Arbeitspläne
  - Make or Buy-Entscheidungen
  - Just-in-Time / Just-in-Sequence
  - ABC-Analyse
- 3 Planungsfelder
  - Transportmatrix
  - Bedarfsermittlung / Brutto-Netto-Bedarfe / X-, Y-, Z-Güter
  - Arbeitssteuerung / Verbrauchsgesteuerte versus Bedarfsgesteuerte Disposition
  - Auftragsorientierte Durchlaufterminierung
  - Mengen- / Kapazitätsplanung
  - Primär-, Sekundär- und Tertiärbedarfe
  - Losgrößenplanung
  - Optimale Losgröße
  - Reihenfolgeplanung
  - Bereitstellungsplanung/Kommissionierung
  - Rüstzeitoptimierung
  - übergeordnet: Investitionsplanung, Standardisierung, etc.
- 4 Methodische Ansätze / Werkzeuge
  - Zeitstudien (nach REFA, MTM)
  - Materialbereitstellung: Milkruns zur flächendeckenden Versorgung, Supermärkte für produktionsnahe Versorgung

## Fachkompetenz

Die Studierenden können die Methoden der Produktionsplanung und -steuerung in einem modernen Produktionsunternehmen im Kontext mit den neuen Einflussgrößen der sogenannten Industrie 4.0 einsetzen. Sie können die Grundlagen einer Fabrikplanung und die notwendigen Voraussetzungen und Auswahlssysteme verstehen und vergleichen. Sie sind in der Lage, mit diesen Prinzipien selbstständig neue Werke, optimale Materialflüsse, unterschiedliche Lagerarten oder deren Teile zu planen, Auswahlen zu treffen und die Prozesse kundenorientiert nach Zeit- und Kostengesichtspunkten zu steuern. Sie können kostensenkende Methoden in der Produktionsplanung implementieren und z. B. geringste Kapitalbindungen im Unternehmen berechnen. Die Studierenden sind in der Lage die für den Materialfluss günstigste Fabrikstruktur zu berechnen und können den Material- und Informationsfluss vom Kunden bis zur Produktherstellung organisieren. Sie sind in der Lage arbeitsplanerische und -steuernde Methoden des Materialflusses der hochflexiblen Fertigung zu implementieren und zu beurteilen.

## Überfachliche Kompetenz

Die Studierenden können sich mit den Einflüssen globaler Standortfaktoren auseinandersetzen und entwickeln ein Verständnis für die Chancen und Risiken, die in den sich stark verändernden Materialflussprinzipien durch den Einfluss von Industrie 4.0 entstehen können.

## Literatur

- **H. Arnolds et al.:** Materialwirtschaft und Einkauf: Grundlagen, Spezialthemen und Übungen, Wiesbaden: Springer-Gabler [2016] (E-Book)
- **K. Bichler et al.:** Kompakt Edition: Lagerwirtschaft: Technologien und Verfahren, Wiesbaden: Springer-Gabler [2013]
- **Markus Schneider:** Lean factory design: Gestaltungsprinzipien für die perfekte Produktion und Logistik, München: Hanser [2016] (E-Book)
- **Franz J. Brunner:** Japanische Erfolgskonzepte, München: Hanser [2017] (E-book)
- **Imai, M.:** Kaizen: Der Schlüssel zum Erfolg der Japaner im Wettbewerb. 7. Auflage, Wirtschaftsverlag Langen Müller/ Herbig, München [1994]