



Modulhandbuch

Master of Engineering

Maschinenbau –

Rechnergestützte Produkterstellung

Redaktion:

Prof. Dr.-Ing. A. Heinrietz ab SS 20

Letzte Überarbeitung: 22. 3. 2023

Inhaltsverzeichnis:

CAE	PM.....	3
Finite Elemente Methoden	PM.....	3
Strukturoptimierung	PM.....	5
Höhere Bewegungs-u.Regelungstechnik	PM.....	7
Regelung mechanischer Systeme	PM.....	7
Informatik in der Produktion	PM.....	9
Produktionsinformatik	PM.....	9
Prozessinformatik	PM.....	11
Produktdatenmanagement	PM.....	12
Produktdatenmanagement	PM.....	12
Mehrkörpersimulation	PM.....	14
Robotik	PM.....	15
Faserverbundkunststoffe	PM.....	17
Faserverbundkunststoffe	PM.....	17
Produktionsautomatisierung	PM.....	19
Produktionsautomatisierung	PM.....	19
Produktzuverlässigkeit	PM.....	27
Betriebsfestigkeit	PM.....	27
Grafische Simulation	PM.....	20
Grafische Simulation	PM.....	20
Grafische Simulation Praktikum	PM.....	21
Fertigungssimulation VL	PM.....	29
Fertigungssimulation Praktikum	PM.....	30
Modul Industrie 4.0	PM.....	33
Ausgewählte Wahlpflichtfächer		
Aufgaben im Umfeld von CAx	WPM.....	22
Einführung FEM Labor	WPM.....	24
Vertiefung FEM Labor	WPM.....	25
Smart Materials	WPM.....	35
Master-Thesis	PM.....	32
Master-Thesis	PM.....	32

PM = Pflichtmodul ; WPM = Wahlpflichtmodul

Modulbezeichnung: CAE Modul-Code: 53500	Lehrveranstaltungen: Finite-Elemente-Methode FEM
Semester: Master 1	Fach-Code: 53520
Semesterwochenstunden: 4	ECTS-Kreditpunkte: 5
Angebotintervall: jährlich	Veranstaltungssprache: deutsch
Lehrender: M. Eng. M. Schlosser	Fachverantwortlicher: Prof. Dr.-Ing. A. Heinrietz
Lernziele/Kompetenzen: Studierende <ul style="list-style-type: none"> • beherrschen die wesentlichen theoretischen Grundlagen der FE-Methode (Wissen und Verständnis) • haben ein Verständnis für die methodischen Vorgehensweisen zur FE-Analyse mechanischer Strukturen entwickelt (Verständnis und Methodenkompetenz) • sind in der Lage, praktische FE-Rechnungen (Modellbildung, Berechnung, Ergebnisdarstellung) auf maschinenbautechnische Fragestellungen anzuwenden (Anwendungskompetenz) <i>Wissen Niveau 7, Fertigkeit Niveau 7, Selbstständigkeit 7</i>	
Inhalt: <ul style="list-style-type: none"> • Einführung, Grundprinzip der FEM, Einordnung der Methode, historische Entwicklung, grundsätzlicher Ablauf, kommerzielle Programme • Grundlagen aus Mathematik und Strukturmechanik • Energieprinzipien, Verfahren von RITZ • Matrix-Steifigkeitsmethode, Anwendung Stabwerke • FEM für ebene und räumliche Probleme • Ablauf einer FE-Analyse: Reales Problem, Idealisierung, FE-Modell, Berechnung, Ergebnisdarstellung und –auswertung, Interpretation der Ergebnisse, Schlussfolgerung, Dokumentation • Bearbeitung einfacher, praxisrelevanter Problemstellungen (Statik, Dynamik, Temperatur etc.) 	
Literatur: <ul style="list-style-type: none"> • Bathe, K.-J.: Finite-Elemente-Methoden. 2. Auflage, Springer, Berlin (2002) • Hahn, H.G.: Methode der finiten Elemente in der Festigkeitslehre. Akademische Verlagsgesellschaft, Frankfurt (1975) • Klein, B.: FEM. Grundlagen und Anwendungen der Finite-Elemente-Methode im Maschinen- und Fahrzeugbau. 10. Auflage, Vieweg+Teubner, Wiesbaden (2014) • Knothe, K.; Wessels, H.: Finite Elemente. 4. Auflage., Springer, Berlin (2008) • Link, M.: Finite Elemente in der Statik u. Dynamik. 4. Aufl., Springer Vieweg (2014) 	

Lehrformen:

- Vorlesungen mit integrierten Übungen im Umfang von ca. $15 \times 2 = 30$ SWS
- Praktika im Umfang von ca. $15 \times 2 = 30$ SWS

Arbeitsaufwand:

5 ECTS = 150 Arbeitsstunden (AS), zusammengesetzt aus:

- Präsenzveranstaltungen: 60 AS
- Vor- und Nachbereitung der Präsenzveranstaltungen: 30 AS
- Bearbeitung von Übungsaufgaben: 30 AS
- Prüfungsvorbereitung und Prüfung: 30 AS

Modulprüfung/Modulteilprüfung:

- Klausur, 60 Min.

Modulbezeichnung: CAE Modul-Code: 53500	Lehrveranstaltung: Strukturoptimierung
Semester: Master 1	Fach-Code: 53510
Semesterwochenstunden: 2	ECTS-Kreditpunkte: 2,5
Angebotintervall: jährlich	Veranstaltungssprache: deutsch
Lehrender: M. Eng. M. Schlosser	Fachverantwortlicher: Prof. Dr.-Ing. A. Heinrietz
Lernziele/Kompetenzen:	
Studierende	
<ul style="list-style-type: none"> • beherrschen die mathematischen Grundlagen der nichtlinearen Optimierung (Wissen und Verständnis) • beherrschen Konzepte, Strategien und die methodischen Vorgehensweisen zur gezielten Optimierung von Strukturen und Bauweisen (Verständnis und Methodenkompetenz) • sind in der Lage, das theoretisch Erlernte auf die Optimierung realer Bauteile anzuwenden (Anwendungskompetenz) <p><i>Wissen Niveau 7, Fertigkeit Niveau 7, Selbstständigkeit 7</i></p>	
Inhalt:	
<ul style="list-style-type: none"> • Einführung, Begriffe und Einteilung der Optimierungsprobleme • Mathematische Grundlagen der Optimierung: Formulierung der Optimierungsaufgabe, Konvexität, Min.ima, LAGRANGE-Funktion, Optimalitätsbedingungen, Funktionaleffizienz, Präferenzfunktion • Konzept zur Lösung von Optimierungsaufgaben, Optimierungsprozedur • Optimierungsalgorithmen für restringierte und nichtrestringierte Probleme, Line-Search, eindimensionale Minimierung, Gradientenverfahren • Strategien für Vektoroptimierungsprobleme: Zielgewichtung, Abstandsfunktion, ROT • Einführung in die Topologieoptimierung • Anwendungsbeispiele 	
Literatur:	
<ul style="list-style-type: none"> • Arora, J.S.: Introduction to optimum design. 2nd ed., Elsevier Academic Press, Amsterdam (2004) • Bendsoe, M.P.; Sigmund, O.: Topology Optimization. Theory, Methods and Applications. 2nd ed., Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York (2004). • Eschenauer, H.; Schnell, W.: Elastizitätstheorie. Grundlagen, Flächentragwerke, Strukturoptimierung. 3. Aufl., BI-Wiss.-Verlag, Mannheim (1993) • Harzheim, L.: Strukturoptimierung. 2. Auflage, Europa-Lehrmittel/Harri Deutsch, Haan-Grutten (2014) • Schumacher, A.: Optimierung mechanischer Strukturen. 2. Auflage, Springer Vieweg, Berlin, Heidelberg (2013) 	

Lehrformen:

Vorlesungen mit integrierten Übungen/Praktika im Umfang von ca. $15 \times 2 = 30$ SWS

Arbeitsaufwand:

2,5 ECTS = 75 Arbeitsstunden (AS), zusammengesetzt aus:

- Präsenzveranstaltungen: 30 AS
- Vor- und Nachbereitung der Präsenzveranstaltungen: 15 AS
- Prüfungsvorbereitung und Prüfung: 30 AS

Modulprüfung/Modulteilprüfung:

- Hausarbeit (benotet)

Modulbezeichnung: Höhere Bewegungs- u Regelungstechnik Modul-Code: 54000	Lehrveranstaltung: Regelung mechanischer Systeme
Semester: Master 1	Fach-Code: 54010
Semesterwochenstunden: 4	ECTS-Kreditpunkte: 5
Angebotsintervall: jährlich	Veranstaltungssprache: deutsch
Lehrender: Prof. Dr.-Ing. F. Graefe	Fachverantwortlicher: Prof. Dr.-Ing. F. Graefe
Lernziele/Kompetenzen: Studierende <ul style="list-style-type: none"> • beherrschen fortgeschrittene Methoden zur dynamischen Analyse linearer SISO-Regelstrecken (Wissen und Methodenkompetenz) • beherrschen fortgeschrittene Methoden zur Reglersynthese für lineare SISO-Regelstrecken (Wissen und Methodenkompetenz) • beherrschen Methoden zur dynamischen Analyse linearer MIMO-Regelstrecken (Wissen und Methodenkompetenz) • beherrschen Methoden zur Stabilitätsanalyse für lineare MIMO-Regelstrecken (Wissen und Methodenkompetenz) • beherrschen Methoden zur Reglersynthese für lineare MIMO-Regelstrecken (Wissen und Methodenkompetenz) • sind in der Lage, lineare SISO Systeme mit Hilfe von Matlab und Matlab Simulink zu modellieren und zu simulieren (Anwendungskompetenz) • sind in der Lage, lineare MIMO Systeme mit Hilfe von Matlab und Matlab Simulink zu modellieren und zu simulieren (Anwendungskompetenz) <i>Wissen Niveau 7, Fertigkeit Niveau 7, Selbstständigkeit 7</i>	
Inhalt: <ul style="list-style-type: none"> • Simulation und Reglerentwurf mit Matlab Simulink • Fortsetzung und Anwendung der linearen Regelungstheorie • Vermaschte Regelkreise • Mehrgrößenregelung • Zustandsgleichungen • Zustandsregelung • Zustandsebene 	
Literatur: <ul style="list-style-type: none"> • Franklin, G.F.; Powell, J.D.: Feedback Control of Dynamic Systems. Prentice Hall 2009 • Williams, R.L.; Lawrence, D.A.: Linear State Space Control Systems. John Wiley 2007 • Astrom, K.J.; Murray, R.M.: Feedback Systems. Princeton Univ. Press 2008 	
Lehrformen: Vorlesung mit Übungen, 15 x 4 = 60 SWS	

Arbeitsaufwand:

5 ECTS = 150 Arbeitsstunden (AS), zusammengesetzt aus:

- Präsenzveranstaltung 60 AS
- Vor- und Nachbereitung der Präsenzlehre 30 AS
- Bearbeitung von Übungsaufgaben 30 AS
- Prüfungsvorbereitung und Prüfung 30 AS

Modulprüfung/Modulteilprüfung:

- Klausur, 60 Min.

Modulbezeichnung: Informatik in der Produktion Modul-Code: 51500		Lehrveranstaltung: Produktionsinformatik	
Semester:	Master 1	Fach-Code:	51510
Semesterwochenstunden:	4	ECTS-Kreditpunkte:	5
Angebotintervall:	jährlich	Veranstaltungssprache: deutsch	
Lehrender: Dr. R. Dölling		Fachverantwortlicher: Prof. Dr. V. Forcillo / Prof. Dr. H. Kayapinar	
Lernziele/Kompetenzen: Studierende <ul style="list-style-type: none"> • verfügen über die Grundlagen bei der Automatisierung von Fertigungsprozessen mit Rechnerunterstützung (Wissen) • beherrschen / erkennen / erfassen / begreifen ... Aufzeigen von Maßnahmen und Auswirkungen an Fallbeispielen • verfügen über Kenntnisse zu unterschiedlichen Programmierverfahren für Fertigungs- und Montageeinrichtungen (Wissen) • sind in der Lage, CNC Maschinen und Handhabungsgeräte manuell zu programmieren (Anwendungskompetenz) • beherrschen die einfache Modellbildung und Simulation mit Matlab/Simulink in der Automatisierung von Fertigungsprozessen (Methodenkompetenz) • können den Signalfluss von Messinformationen aus optischen Sensoren in Fertigungseinrichtungen analysieren und beurteilen (Beurteilungskompetenz) <i>Wissen Niveau 7, Fertigkeit Niveau 7, Selbstständigkeit 7</i>			
Inhalt: <ul style="list-style-type: none"> • Grundbegriffe der Automatisierungstechnik bei Fertigungsprozessen • Prozesskette CAM/CAP/CAPP/CAD/NC • Darstellung und Zusammenspiel der einzelnen Komponenten und Schnittstellen • Aufzeigen der Besonderheiten bei Fertigungs- und Handhabungstechnologien • Manuelles Programmieren von NC, CNC-Maschinen und Handhabungsgeräten • Signalfluss bei der Steuerung und Regelung von Fertigungseinrichtungen und Robotern • Schnittstellen zur Kopplung von CAD/CAM- bzw. CAD/NC-Programmiersysteme • Rechnergestützte Modellbildung und Simulation unter Matlab/Simulink: Fallstudie: Algorithmen zur Kollisionserkennung von Körpern in 2-Dimensionen • Prozessnahe Messtechnik, (intelligente) mechatronische Werkzeuge und Ihre Informationsverarbeitung. Logik und Schnittstellen zur Maschinensteuerung. 			
Literatur (u.v.m.): <ul style="list-style-type: none"> • Dölling, R.: Produktionsinformatik, Folien zur Vorlesung mit Erklärungen, Beispielen und Übungen mit Lösungen (ca. 1000 Seiten mit Bilder und Tabellen) • Schimonyi, J.: Automations- und NC-Technik, Vorlesungsskript • Kief, H.: NC/CNC Handbuch 2010. Hanser Verlag • Rosemann, B.: CAD/CAM mit Pro/Engineer. Hanser Verlag 2010 • Pietruszka, W.: Matlab und Simulink in der Ingenieurpraxis. Teubner Verlag 2010 			
Lehrformen: Vorlesung mit integrierten Übungen und Praktika: 15 x 4 = 60 SWS			

Arbeitsaufwand:

5 ECTS = 150 Arbeitsstunden (AS), zusammengesetzt aus:

- Präsenzlehre: 60 AS
- Vor- Nachbereitung Präsenzlehre anhand Skript: 45 AS
- Prüfung und Prüfungsvorbereitung: 45 AS

Modulprüfung/Modulteilprüfung:

- Mündliche Prüfung, 15 Min.

Modulbezeichnung: Informatik in der Produktion Modul-Code: 51500	Lehrveranstaltung: Prozessinformatik
Semester: Master 1	Fach-Code: 51520
Semesterwochenstunden: 2	ECTS-Kreditpunkte: 2,5
Angebotsintervall: jährlich	Veranstaltungssprache: deutsch
Lehrender: Prof. Dr.-Ing. H. Kayapinar	Fachverantwortlicher: Prof. Dr.-Ing. H. Kayapinar
Lernziele/Kompetenzen: Studierende	
<ul style="list-style-type: none"> • verfügen über die Fähigkeiten zum Beschreiben des gewünschten Verhaltens des Systems Computer/Maschine durch Anwendung geeigneter Beschreibungs-/Entwurfsmethoden (Wissen, Verständnis) • sind in der Lage, Methoden zur Modellierung computerbasierter Systeme zum Steuern und Messen im Maschinenbau anzuwenden (Anwendungskompetenz) • beherrschen grundlegende Verfahren zur Kommunikation zwischen Steuerungen (Verständnis und Anwendungskompetenz) • können grundsätzliche Lösungskonzepte für die Diagnose technischer Anlagen unter Anwendung von Methoden der künstlichen Intelligenz beurteilen (Beurteilungskompetenz) <p style="text-align: center;"><i>Wissen Niveau 7, Fertigkeit Niveau 7, Selbstständigkeit 7</i></p>	
Inhalt: Ermittlung der Anforderungen an mikrorechnerbasierte Anwendungen („embedded systems“)- Entwicklungsprozess - Erstellung von Pflichtenheften/ Anlagenspezifikationen - Modellierung des Systemverhaltens (Verknüpfungsorientierte Beschreibungen, Ablauforientierte Beschreibungen, Ablaufsprache nach IEC 61131-3, Beschreibung des Datenflusses, Petri-Netze, zustandsorientierte Betrachtung, objektorientierte Modellierung) Kommunikation zwischen Steuerungen und Computern: Netzwerktopologien, OSI 7 Schichtenmodell, TCP/IP, Feldbusse, Kommunikation über OPC. Diagnose technischer Anlagen: Wissensbasen, Expertensysteme, Lernende Systeme	
Literatur	
<ul style="list-style-type: none"> • Heidepriem, J.: Prozessinformatik (2 Bände). Oldenbourg 	
Lehrformen: Präsenzveranstaltung (Vorlesung) mit integrierten Übungen	
Arbeitsaufwand: 2,5 ECTS = 75 Arbeitsstunden (AS), zusammengesetzt aus:	
<ul style="list-style-type: none"> • Präsenzlehre: 30 AS • Vor- Nachbereitung Präsenzlehre anhand Skript: 25 AS • Prüfung und Prüfungsvorbereitung: 25 AS 	
Modulprüfung/Modulteilprüfung:	
<ul style="list-style-type: none"> • Klausur 60 Min. 	

Modulbezeichnung: Produktdatenmanagement Modul Code: 53000	Lehrveranstaltung: Produktdatenmanagement
Semester: Master 2	Modul-Code: 53010
Semesterwochenstunden: 4	ECTS-Kreditpunkte: 5
Angebot Intervall: jährlich	Veranstaltungssprache: deutsch
Lehrender: Prof. Dr.-Ing. N. Beisheim	Fachverantwortlicher: Prof. Dr.-Ing. N. Beisheim
Lernziele/Kompetenzen: Studierende <ul style="list-style-type: none"> • kennen und beherrschen die Methoden für die Organisation und die Verwaltung von Produktdaten im Produktlebenszyklus (Wissen und Methodenkompetenz) • sind zu einer methodischen Vorgehensweise bei der Einführung und Anwendung von Produktdatenmanagement (PDM) Systemen in der Lage (Methoden- und Anwendungskompetenz) • verfügen über Anwender- und Administrator-Kenntnisse eines PDM Systems und können dies an Hand des Programms Windchill ProductLink incl. ProjectLink anwenden (Wissen und Anwendungskompetenz) <i>Wissen Niveau 7, Fertigkeit Niveau 7, Selbstständigkeit 7</i>	
Inhalt: <ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen der PDM-Technologie • Methoden und Funktionen von PDM-Systemen • Konzepte und Strategien zur Einführung, Anpassung und Anwendung von PDM-Systemen • Konzeptionierung einer virtuellen Firma mit Organisation und Produkten als Gruppenarbeit • Umsetzung der virtuellen Firma im Programm Windchill ProductLink incl. ProjectLink • Präsentation und Dokumentation der Ergebnisse 	
Literatur: <ul style="list-style-type: none"> • Eigner, M.; Stelzer, R.: Produktdatenmanagement-Systeme. Springer-Verlag • Schöttner, J.: Produktdatenmanagement in der Fertigungsindustrie. Hanser-Verlag • Wehlitz, P. A.: Nutzenorientierte Einführung eines Produktdatenmanagement-Systems. Herbert Utz-Verlag • Arnold; Dettmering; Engel; Karcher: Product Lifecycle Management beherrschen. Springer-Verlag • Feldhusen, J.; Gebhardt, B.: Product Lifecycle Management für die Praxis. Springer-Verlag 	
Lehrform: Vorlesung mit integriertem Praktikum im Umfang von 15 x 4 = 60 SWS	

Arbeitsaufwand:

5 ECTS = 150 Arbeitsstunden (AS), zusammengesetzt aus:

- Präsenzlehre = 25 AS
- Bearbeitung der Übungen = 35 AS
- Umsetzung im Programm = 60 AS
- Ausarbeitung Präsentation und Dokumentation = 30 AS

Modulprüfung/Modulteilprüfung:

- Laborarbeit (benotet)

Modulbezeichnung: Höhere Bewegungs- u. Regelungstechnik Modul-Code: 53500	Lehrveranstaltung: Mehrkörper-Simulation
Semester: Master 2	Fach-Code: 53510
Semesterwochenstunden: 2	ECTS-Kreditpunkte: 2,5
Angebotsintervall: jährlich	Veranstaltungssprache: Deutsch
Lehrender: Prof. Dr.-Ing. D. Günzel	Fachverantwortlicher: Prof. Dr.-Ing. D. Günzel
Lernziele/Kompetenzen: Studierende <ul style="list-style-type: none"> • begreifen den prinzipiellen Aufbau von Mehrkörper-Simulationsprogrammen (Wissen und Verständnis) • haben ein Verständnis für Möglichkeiten und Vorgehensweise bei der Simulation bewegter Bauteile entwickelt (Verständnis) • sind in der Lage, die Handhabung eines Mehrkörper-Simulationsprogramms auf maschinenbautechnische Fragestellungen anzuwenden (Anwendungskompetenz) <i>Wissen Niveau 7, Fertigkeit Niveau 7, Selbstständigkeit 7</i>	
Inhalt: <ul style="list-style-type: none"> • Prinzipieller Aufbau von Mehrkörper-Simulationsprogrammen • Simulationsarten (kinematisch, kinetostatisch, dynamisch) • Darstellungsarten der Ergebnisse • Elemente für die kinematische, kinetostatische und dynamische Simulation 	
Literatur: <ul style="list-style-type: none"> • Wittenburg, J.: Dynamics of Multibody Systems, Springer Verlag 2008 • Rill, G.; Schaeffer, Th.: Grundlagen und Methodik der Mehrkörpersimulation. Springer Verlag 2014 	
Lehrformen: <ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung 15 x 0,5 = 7,5 SWS • Praktikum 15 x 1,5 = 22,5 SWS 	
Arbeitsaufwand: 2,5 ECTS = 75 Arbeitsstunden (AS), zusammengesetzt aus: <ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung 7,5 AS • Praktikum 22,5 AS • Vor- und Nachbereitung Praktikum 15 AS • Prüfungsvorbereitung und Prüfung 30 AS 	
Modulprüfung/Modulteilprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Lösen von Simulationsaufgaben in einer vorgegebenen Zeit: Laborarbeit (benotet) 	

Modulbezeichnung: Produktionsautomatisierung Modul- Code: 52500	Lehrveranstaltung: Robotik
Semester: Master 2	Fach-Code: 52510
Semesterwochenstunden: 2	ECTS-Kreditpunkte: 2,5
Angebotsintervall: jährlich	Veranstaltungssprache: deutsch
Lehrender: Dr.-Ing. R. Dölling	Fachverantwortlicher: Prof. Dr. V. Forcillo / Prof. Dr. H. Kayapinar
Lernziele/Kompetenzen:	
Studierende	
<ul style="list-style-type: none"> • Verfügen über Grundlagen bei der Modellbildung von Handhabungsgeräten (Wissen) • beherrschen die Methodik zur Modellbildung und Simulation einfache robotische Systeme (Methodenkompetenz) • verfügen über Kenntnisse zur Regelung von Handhabungsgeräten mit externen Sensoren (Wissen) • sind in der Lage Programme und Abläufe mit der MATLAB-Sprache zu implementieren (Anwendungskompetenz) • können einfache Systeme partitionieren, mathematisch modellieren und in einer industriellen Modellierungs- und Simulationsumgebung implementieren (Beurteilungs- und Anwendungskompetenz) <p><i>Wissen Niveau 7, Fertigkeit Niveau 7, Selbstständigkeit 7</i></p>	
Inhalt:	
<ul style="list-style-type: none"> • Definition von Robotik. Systemdefinition - Mathematische Modellbildung • Automatisierung und Robotik. Typen von Roboter • Komponenten eines Industrieroboters. Roboterstellungen und Arbeitsraum • Koordinatensysteme und Transformationen. Bewegungsarten und Interpolation • Programmierung von Industriellen Handhabungsgeräten • Modellierung und Simulation: Fallstudie Mathematische Beschreibung, Modellbildung und Simulation unter Matlab/Simulink verschiedene Micro Roboter • Künstliche Intelligenz und Robotik. • Regelung von Handhabungsgeräten mit externen Sensoren • Automatisierung und Robotisierung einer Sternwarte 	
Literatur (u.v.m.):	
<ul style="list-style-type: none"> • Dölling, R.: Robotik, Folien zur Vorlesung mit Erklärungen, Beispielen und Übungen mit Lösungen (ca. 400 Seiten mit Bilder und Tabellen) • Handbuch Robotik. Programmieren und Einsatz intelligenter Roboter, Springer Verlag • Matlab-Simulink-Stateflow, Oldenburg Verlag • Robotic Engineering, An integrated Approach, Prentice-Hall International Editions 	
Lehrformen:	
<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung 15 x 0,5 = 7,5 SWS • Praktikum 15 x 1,5 = 22,5 SWS 	
Arbeitsaufwand:	
2,5 ECTS = 75 Arbeitsstunden (AS), zusammengesetzt aus:	
<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung 7,5 AS • Praktikum 22,5 AS • Vor- und Nachbereitung Praktikum 15 AS • Prüfungsvorbereitung und Prüfung 30 AS 	

Modulprüfung/Modulteilprüfung:

Mündliche Prüfung 15 Min.

Modulbezeichnung: Faserverbundkunststoffe Modul-Code: 54500	Lehrveranstaltung: Mechanik der Faserverbundkunststoffe
Semester: Master 2	Fach-Code: 54510
Semesterwochenstunden: 4	ECTS-Kreditpunkte: 5
Angebotsintervall: jährlich	Veranstaltungssprache: deutsch
Lehrender: M. Eng. M. Schlosser	Fachverantwortlicher: Prof. Dr.-Ing. A. Heinrietz
Lernziele/Kompetenzen: Studierende <ul style="list-style-type: none"> • verfügen über Kenntnisse zu den wichtigsten Eigenschaften/Verhaltensweisen (lang)faserverstärkter Werkstoffe (Wissen) • sind in der Lage, die Grundkenntnisse zur Berechnung und Auslegung faserverstärkter Kunststoffe auf konstruktive Lösungen anzuwenden (Verständnis und Anwendungskompetenz) <i>Wissen Niveau 7, Fertigkeit Niveau 7, Selbstständigkeit 7</i>	
Inhalt: <ul style="list-style-type: none"> • Einführung, Grundprinzip der Faserverstärkung • Komponenten und LaMin.at, Übersicht FVK-Fertigungsverfahren • Überblick Berechnungsmethoden, analytische/numerische Verfahren • Elastizitätsgesetz anisotroper Werkstoffe, „Ingenieurkonstanten“ • Einführung in die Mikromechanik • Werkstoffgesetz unidirektionaler Einzelschichten, ebener Spannungszustand • Klassische LaMin.attheorie, Elastizitätskennwerte von LaMin.aten • Festigkeitshypothesen, Versagenskriterien und Dimensionierung von Bauteilen 	
Literatur: <ul style="list-style-type: none"> • Bergmann, H.W.: Konstruktionsgrundlagen für Faserverbundbauteile. Springer, Berlin (1992) • Daniel, I.M.; Ishai, O.: Engineering Mechanics of Composite Materials. 2nd ed., Oxford University Press, New York (2006) • Schürmann, H.: Konstruieren mit Faser-Kunststoff-Verbunden. 2. Auflage, Springer, Berlin (2007) • Jones, R.M.: Mechanics of Composite Materials. 2nd ed., Taylor & Francis, Philadelphia (1999) • Tsai, S.W.; Hahn, H.T.: Introduction to Composite Materials. Technomic, Lancaster (1980) 	
Lehrformen: Vorlesungen mit integrierten Übungen im Umfang von ca. $15 \times 4 = 60$ SWS	

Arbeitsaufwand:

5 ECTS = 150 Arbeitsstunden (AS), zusammengesetzt aus:

- Präsenzveranstaltungen: 60 AS
- Vor- und Nachbereitung der Präsenzveranstaltungen: 30 AS
- Bearbeitung von Übungsaufgaben: 30 AS
- Prüfungsvorbereitung und Prüfung: 30 AS

Modulprüfung/Modulteilprüfung:

- Klausur, 60 Min.

Modulbezeichnung: Produktionsautomatisierung Modul-Code: 52500	Lehrveranstaltung: Produktionsautomatisierung
Semester: Master 2	Fach-Code: 52520
Semesterwochenstunden: 4	ECTS-Kreditpunkte: 5
Angebotsintervall: jährlich	Veranstaltungssprache: deutsch
Lehrender: Prof. Dr. Illgner	Fachverantwortlicher: Prof. Dr. Illgner
Lernziele/Kompetenzen: Studierende <ul style="list-style-type: none"> • besitzen Kenntnisse über Produktionseinrichtungen und deren Automatisierungsmöglichkeiten (Wissen) • sind in der Lage, Produktionseinrichtungen sowie deren Automatisierungs- und Anwendungsmöglichkeiten zu analysieren und zu beurteilen (Beurteilungskompetenz) • erkennen die Zusammenhänge zum gesamten Produktionsprozess und können Produktionseinrichtungen und deren Automatisierungsmöglichkeiten auswählen und gestalten (Verständnis und Anwendungskompetenz) <i>Wissen Niveau 7, Fertigkeit Niveau 7, Selbstständigkeit 7</i>	
Inhalt: <ul style="list-style-type: none"> • Arten und Aufbau von Produktionseinrichtungen • Beurteilung von Produktionseinrichtungen • Automatisierungsmöglichkeiten • Automatisierungskonzeptionen • Automatisierungseinrichtungen 	
Literatur: <ul style="list-style-type: none"> • Spur/Stöferle: Handbuch der Fertigungstechnik, Bände 1-6. Hanser-Verlag 1980 ff • Schulze, G.: Fertigungstechnik. Springer-Verlag 2006 • König/Klocke: Fertigungsverfahren, Bände 1-5. Springer-Verlag 2008 • Weck/Brecher: Werkzeugmaschinen, Bände 1-5. Springer-Verlag 2008 • Eversheim: Organisation in der Produktionstechnik, Bände 1-4. Springer-Verlag 2002 	
Lehrformen: Vorlesung mit Übungen / Praktika 15 x 4 = 60 SWS	
Arbeitsaufwand: 5 ECTS = 150 Arbeitsstunden (AS), zusammengesetzt aus: <ul style="list-style-type: none"> • Präsenzveranstaltung 60 AS • Vor- und Nachbereitung der Präsenzveranstaltung 30 AS • Vor- und Nachbereitung der Praktika 30 AS • Prüfungsvorbereitung und Prüfung 30 AS 	
Modulprüfung/Modulteilprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Klausur, 60 Min. 	

Modulbezeichnung: Grafische Simulation Modul-Code: 55500	Lehrveranstaltung: Grafische Simulation (Vorlesung)
Semester: Master 1	Fach Code: 55510
Semesterwochenstunden: 2	ECTS-Kreditpunkte: 2,5
Angebot Intervall: jährlich	Veranstaltungssprache: deutsch
Lehrender: Prof. Dr.-Ing. N. Beisheim	Fachverantwortlicher: Prof. Dr.-Ing. N. Beisheim
Lernziele/Kompetenzen: Studierende <ul style="list-style-type: none"> kennen Methoden und Verfahren der grafischen Simulation (Wissen und Methodenkompetenz) sind in der Lage, die Methoden und Verfahren der grafischen Simulation hinsichtlich ihrer Anwendungsmöglichkeiten zu analysieren und zu beurteilen (Beurteilungskompetenz) erkennen die Potentiale der grafischen Simulation im gesamten Produktlebenszyklus und können deren Einsatz gestalten (Verständnis und Anwendungskompetenz) <i>Wissen Niveau 7, Fertigkeit Niveau 7, Selbstständigkeit 7</i>	
Inhalt: <ul style="list-style-type: none"> Vorstellung verschiedener Verfahren und Methoden der grafischen Simulation wie Virtual Reality, Augmented Reality, ... Vorstellung der Anwendungsgebiete und Nutzenpotentiale grafischer Simulationen an Hand von Praxisbeispielen Vorstellung der technischen Voraussetzungen und Umsetzungen Erläuterung der Prozesse zur Erstellung von Simulationen 	
Literatur: <ul style="list-style-type: none"> Hausstädtler, U.: Der Einsatz von Virtual Reality in der Praxis. Rhombos Verlag Dörner, R. (Hrsg.): Virtual und Augmented Reality (VR/AR). Springer-Verlag Westkämper, E. (Hrsg.): Digitale Produktion. Springer-Verlag Bracht, U.; Geckler, D.; Wenzel, S.: Digitale Fabrik - Methoden und Praxisbeispiele. Springer-Verlag Schart, D.; Tschanz, N.: Augmented Reality - Praxishandbuch. UVK Verlagsgesellschaft 	
Lehrform: Vorlesung im Umfang von 15 x 2 = 30 SWS	
Arbeitsaufwand: 2,5 ECTS = 75 Arbeitsstunden (AS), zusammengesetzt aus: <ul style="list-style-type: none"> Präsenzlehre 22,5 AS Vor- und Nachbereitung der Präsenzlehre 22,5 AS Prüfungsvorbereitung und Prüfung 30 AS 	
Modulprüfung/Modulteilprüfung: <ul style="list-style-type: none"> Klausur, 60 Min.. 	

Modulbezeichnung: Grafische Simulation Modul-Code 55500	Lehrveranstaltung: Grafische Simulation (Praktikum)
Semester: Master 1	Fach Code: 55520
Semesterwochenstunden: 2	ECTS-Kreditpunkte: 2,5
Angebot Intervall: jährlich	Veranstaltungssprache: deutsch
Lehrender: Prof. Dr.-Ing. N. Beisheim	Fachverantwortlicher: Prof. Dr.-Ing. N. Beisheim
Lernziele/Kompetenzen: Studierende <ul style="list-style-type: none"> • kennen und beherrschen die Verfahren und Methoden der grafischen Simulation (Wissen und Methodenkompetenz) • können die Verfahren und Methoden in einem Virtual Reality (VR) Programm anwenden (Anwendungskompetenz) • sind in der Lage, die Funktionen des VR Programms an Hand eigener virtueller Modelle anzuwenden (Anwendungskompetenz) <i>Wissen Niveau 7, Fertigkeit Niveau 7, Selbstständigkeit 7</i>	
Inhalt: <ul style="list-style-type: none"> • Vorstellung der Verfahren und Methoden der grafischen Simulation am Beispiel Virtual Reality (VR) • Anwendung der Verfahren und Methoden im VR Programm IC.IDO • Umsetzung von Übungsaufgaben im Programm • Konzeptionierung virtueller Modelle • Erstellung eigener virtueller Modelle • Präsentation der Ergebnisse 	
Literatur: <ul style="list-style-type: none"> • Hausstädtler, U.: Der Einsatz von Virtual Reality in der Praxis. Rhombos Verlag • Schenk, M.; Straßburger, S.; Hintze, A.; Sturek, R.: Produktivitätssteigerung durch Virtual Reality - basierte Dienstleistungen. Tagungsband, Verlag Wissenschaftliche Scripten Zwickau • Sherman, R. S.; Craig, A. B.: Understanding Virtual Reality. Morgan Kaufmann Publishers • Brill, M.: Virtuelle Realität. Springer Verlag • Kunst, S.: Wirtschaftlichkeit der Virtual Reality Technologie. VDM Verlag Dr. Müller 	
Lehrform: Praktikum im Umfang von 15 x 2 = 30 SWS	
Arbeitsaufwand: 2,5 ECTS = 75 Arbeitsstunden (AS), zusammengesetzt aus: <ul style="list-style-type: none"> • Präsenzlehre = 22 AS • Bearbeitung der Übungen = 16 AS • Umsetzung im Programm = 25 AS • Ausarbeitung Präsentation = 12 AS 	
Modulprüfung/Modulteilprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Laborarbeit (benotet) 	

Modulbezeichnung: Wahlpflichtfach Modul-Code: 52000, 56500	Lehrveranstaltung: Aufgaben im Umfeld von CAx
Semester: Master 1	Fach Code
Semesterwochenstunden: 2	ECTS-Kreditpunkte: 2,5
Angebot Intervall: jährlich	Veranstaltungssprache: deutsch
Lehrender: Prof. Dr.-Ing. N. Beisheim	Fachverantwortlicher: Prof. Dr.-Ing. N. Beisheim
Lernziele/Kompetenzen: Studierende <ul style="list-style-type: none"> • kennen und verstehen industrielle Aufgabenstellungen im Zusammenhang mit dem Einsatz von CAx-Techniken im Berufsleben (Wissen und Methodenkompetenz) • verfügen über Kenntnisse im Zusammenhang mit Projekt- und Führungstätigkeiten (Wissen und Methodenkompetenz) • kennen und verstehen die Arbeitstechniken und -methoden im Zusammenhang mit IT-Projekten und Unternehmensprozessen (Wissen und Methodenkompetenz) • sind in der Lage, die Kenntnisse hinsichtlich ihrer Anwendungsmöglichkeiten zu analysieren und zu beurteilen (Beurteilungskompetenz) • erkennen die Potentiale der Arbeitstechniken und -methoden und können deren Einsatz gestalten (Verständnis und Anwendungskompetenz) <i>Wissen Niveau 7, Fertigkeit Niveau 7, Selbstständigkeit 7</i>	
Inhalt: <ul style="list-style-type: none"> • Definition CAx • Kosten-Nutzen-Analysen für CAx-Anwendungen • Einfluss des Managements auf Prozesse und Tools • Projektmanagement im Umfeld von IT-Tools • Controlling von IT-Projekten • Medientraining für Interviews • Modellierung von Prozessen und Datenstrukturen • Auswahlverfahren, Einführung und Migration für IT-Tools • Zertifizierungen und Methoden der Prozessverbesserung • Concurrent Engineering: Nutzen und Anforderungen 	
Literatur: <ul style="list-style-type: none"> • Krause; Franke; Gausemeier: Innovationspotenziale in der Produktentwicklung. Hanser-Verlag • Schäppi; Andreasen; Kirchgeorg; Radermacher: Handbuch Produktentwicklung. Hanser-Verlag • Grupp, J.: Handbuch Technische Dokumentation. Hanser-Verlag • Ehrenspiel, K.: Integrierte Produktentwicklung. Hanser Verlag • Gausemeier; Hahn ; Kespohl; Seifert: Vernetzte Produktentwicklung. Hanser-Verlag • S. Vajna et al: CAx für Ingenieure. Springer-Verlag • Sandler, U.; Wawer, V.: CAD und PDM. Hanser-Verlag 	
Lehrform(en): Vorlesungen im Umfang von ca. 15 × 2 = 30 SWS	

Arbeitsaufwand:

2,5 ECTS = 75 Arbeitsstunden (AS), zusammengesetzt aus:

- | | |
|---|---------|
| • Präsenzlehre | 22,5 AS |
| • Vor- und Nachbereitung der Präsenzlehre | 22,5 AS |
| • Prüfungsvorbereitung und Prüfung | 30 AS |

Modulprüfung/Modulteilprüfung:

- Klausur, 60 Min.

Modulbezeichnung: Wahlpflichtfach	Lehrveranstaltung: Einführung in die FEM mit Abaqus
Semester: Master 1 / 2	Modul-Code: 52026
Semesterwochenstunden: 2	ECTS-Kreditpunkte: 2,5
Angebot Intervall: halbjährlich	Veranstaltungssprache: englisch
Lehrender: Dr.-Ing. Y. Tijani	Fachverantwortlicher: Prof. Dr.-Ing. A. Heinrietz
Lernziele/Kompetenzen: Studierende <ul style="list-style-type: none"> • verfügen über Verständnis für einfache Modellierungs- und Berechnungsabläufe im Finite Element Programm Abaqus (Wissen und Verständnis) • können Geometrien aus CAD Programmen in den Präprozessor des Programms Abaqus einfügen und für eine Berechnung aufbereiten (Anwendungskompetenz) • können Aufgabenstellungen aus der Statik in Berechnungsmodelle für Abaqus umsetzen (Beurteilungs- und Anwendungskompetenz) • können Simulationen mit dem Finite Element Programm Abaqus durchführen (Anwendungskompetenz) • können Berechnungsergebnisse aus dem Programm Abaqus interpretieren und ihre Verlässlichkeit einschätzen (Beurteilungskompetenz) <i>Wissen Niveau 7, Fertigkeit Niveau 7, Selbstständigkeit 7</i>	
Inhalt: <ul style="list-style-type: none"> • Struktur des Programms Abaqus und Analysearten • Geometrien nachbearbeiten und für eine Berechnung aufbereiten • Materialeigenschaften definieren und zuweisen • Lastschritte auswählen und konfigurieren • Verschiebungs- und Belastungsrandbedingungen festlegen • Übergangsbedingungen zwischen Komponenten einer Baugruppe modellieren • Geometrien für die Vernetzung aufbereiten, gezieltes definieren von Netzfeinheiten • Auswahl von Elementen • Ergebnisse aus Abaqus darstellen, auslesen, exportieren sowie interpretieren 	
Literatur: <ul style="list-style-type: none"> • Abaqus Manual, Ver. 2020 • Klaus Knothe und Heribert Wessels: „Finite Elemente: Eine Einführung für Ingenieure“, Springer Vieweg; Auflage: 5, ISBN-10: 3662493519 • Bernd Klein: FEM, Springer Vieweg 2012, ISBN 978-3-8348-2134-8 (eBook) • Olek C Zienkiewicz und Robert L Taylor: “The Finite Element Method: Its Basis and Fundamentals”, Butterworth-Heinemann; Auflage 7; eBook ISBN: 9780080472775 	
Lehrform(en): Vorlesungen im Umfang von ca. $15 \times 2 = 30$ SWS	
Arbeitsaufwand: 2,5 ECTS = 75 Arbeitsstunden (AS), zusammengesetzt aus: <ul style="list-style-type: none"> • Präsenzlehre 30 AS • Vor- und Nachbereitung der Präsenzlehre 15 AS • Prüfungsvorbereitung und Prüfung 30 AS 	
Modulprüfung/Modulteilprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Referat 20 Min.. vor der Lerngruppe 	

Modulbezeichnung: Wahlpflichtfach	Lehrveranstaltung: Vertiefung FEM mit Abaqus
Semester: Master 1 / 2	Modul-Code: 52026
Semesterwochenstunden: 2	ECTS-Kreditpunkte: 2,5
Angebot Intervall: halbjährlich	Veranstaltungssprache: englisch
Lehrender: Dr.-Ing. Y. Tijani / Prof. Dr.-Ing. A. Heinrietz	Fachverantwortlicher: Prof. Dr.-Ing. A. Heinrietz
Lernziele/Kompetenzen: Studierende <ul style="list-style-type: none"> • verfügen über Verständnis über die Modellierung und Berechnung von nicht-linearen Finite Element Berechnungen (Wissen und Verständnis) • können Berechnungsabläufe mittlerer Komplexität im Programms Abaqus selbstständig modellieren (Anwendungskompetenz) • können die Abläufe nicht-linearer Berechnungen gezielt optimieren und Ergebnisse in ihrer Qualität bewerten (Beurteilungs- und Anwendungskompetenz) • können die Stabilität von Berechnungsabläufen kontrollieren und verbessern (Beurteilungs- und Anwendungskompetenz) <i>Wissen Niveau 7, Fertigkeit Niveau 7, Selbstständigkeit 7</i>	
Inhalt: <ul style="list-style-type: none"> • Einteilung nicht-linearer Berechnungen in der FEM mit impliziten Verfahren (Material, Geometrie, Kontakt) • Implizite Lösungsverfahren: Das Newton-Raphson Lösungsverfahren, Konvergenzkriterien und Schrittweitenwahl • Modellierung nicht-linearer Materialeigenschaften: Plastizität, Hyperelastizität • Aufbau von Baugruppen mit Kontaktelementen verschiedener Art, Stabilität von Kontaktberechnungen • Explizite Lösungsverfahren am Beispiel der zentralen Differenzenmethode • Aufbau, Vernetzung sowie Steuerung von expliziten FEM Berechnungen • Einführung in die Modellierung schädigungsmechanischer Vorgänge in der expliziten und impliziten FEM 	
Literatur: <ul style="list-style-type: none"> • Abaqus Manual, Ver. 2020 • Klaus Knothe und Heribert Wessels: „Finite Elemente: Eine Einführung für Ingenieure“, Springer Vieweg; Auflage: 5, ISBN-10: 3662493519 • Bernd Klein: FEM, Springer Vieweg 2012, ISBN 978-3-8348-2134-8 (eBook) • Olek C Zienkiewicz und Robert L Taylor: “The Finite Element Method: Its Basis and Fundamentals”, Butterworth-Heinemann; Auflage 7; eBook ISBN: 9780080472775 • Olek C Zienkiewicz, Robert L Taylor, David Fox: “The Finite Element Method for Solid and Structural Mechanics”, Butterworth-Heinemann; 2014; ISBN: 978-1-85617-634-7 	
Lehrform(en): Vorlesungen im Umfang von ca. $15 \times 2 = 30$ SWS	
Arbeitsaufwand: 2,5 ECTS = 75 Arbeitsstunden (AS), zusammengesetzt aus: <ul style="list-style-type: none"> • Präsenzlehre 30 AS • Vor- und Nachbereitung der Präsenzlehre 15 AS • Prüfungsvorbereitung und Prüfung 30 AS 	

Modulprüfung/Modulteilprüfung:

- Referat 20 Min.. vor der Lerngruppe

Modulbezeichnung: Produktzuverlässigkeit Modul-Code: 55000	Lehrveranstaltung: Betriebsfestigkeit
Semester: Master	Fach Code: 55010
Semesterwochenstunden: 5	ECTS-Kreditpunkte: 5
Angebotsintervall: jährlich / SS	Veranstaltungssprache: deutsch / englisch
Lehrender: Prof. Dr.-Ing. André Heinrietz	Fachverantwortlicher: Prof. Dr.-Ing. André Heinrietz
Lernziele/Kompetenzen: Studierende <ul style="list-style-type: none"> • erkennen Fragestellungen der Betriebsfestigkeit • verfügen über Verständnis für zeitlich invariante Beanspruchungsverläufe • können die Schädigungswirkung von zyklischen Belastungen beurteilen • können Konzepte zur Berechnung der Lebensdauer von Bauteilen anwenden • können Sicherheitskonzepte für zyklisch belastete Bauteile beurteilen und konzipieren <i>Wissen Niveau 7, Fertigkeit Niveau 7, Selbstständigkeit 7</i>	
Inhalt: <ul style="list-style-type: none"> • Beanspruchungen mit konstanten Amplituden, Arten von Belastungs-/ Beanspruchungszeitfunktionen • Beanspruchbarkeit / Wöhlerlinien, Statistische Beschreibung des Schwingfestigkeitsverhalten • Einflussgrößen auf die Schwingfestigkeit / Übertragung von Probenkennwerten auf das Bauteil • Elastisch-plastische Beanspruchungen • Zeitlich veränderliche Beanspruchungen - Analyse • Lebensdauer unter zeitlich veränderlichen Beanspruchungen • Rechnerische Lebensdauervorhersage - Konzepte • Arbeiten mit Richtlinien • Auswertung von Finite Element Ergebnissen • Experimenteller Betriebsfestigkeitsnachweis 	
Literatur: <ul style="list-style-type: none"> • E. Haibach, Betriebsfestigkeit, Berlin Heidelberg New York: Springer, ISBN-10 3-540-29363-9 • O. Buxbaum, Betriebsfestigkeit, Düsseldorf: Verlag Stahleisen GmbH, ISBN 3-514-00437-4 • D. Radaj und M. Vormwald, Ermüdungsfestigkeit, Berlin Heidelberg New York: Springer, ISBN 978-3-540-71458-3 	

Lehrform(en):

Vorlesung 15 x 4 = 60 SWS

Arbeitsaufwand:

5 ECTS = 150 Arbeitsstunden (AS), bestehend aus:

- | | |
|---|-------|
| • Präsenzveranstaltung | 60 AS |
| • Vor- und Nachbereitung der Präsenzveranstaltung | 15 AS |
| • Vorbereitung Klausur | 15 AS |
| • Vorbereitung Referat | 60 AS |

Modulprüfung/Modulteilprüfung:

- Klausur 60 Min. (3 ECTS, P-Nr. 55011) und Referat (2 ECTS, P-Nr. 55012)

Modulbezeichnung: Fertigungssimulation Modul-Code 57000	Lehrveranstaltung: Fertigungssimulation (Vorlesung)
Semester: Master 2	Fach Code 57010
Semesterwochenstunden: 2	ECTS-Kreditpunkte: 2,5
Angebotintervall: jährlich	Veranstaltungssprache: deutsch
Lehrende(r): Prof. Dr. N. Beisheim	Fachverantwortlicher: Prof. Dr. N. Beisheim
Lernziele/Kompetenzen: Studierende <ul style="list-style-type: none"> • kennen Verfahren und Methoden der Fertigungssimulation (Wissen und Methodenkompetenz) • sind in der Lage, die Methoden und Verfahren der Fertigungssimulation hinsichtlich ihrer Anwendungsmöglichkeiten zu analysieren und zu beurteilen (Beurteilungskompetenz) • erkennen die Potentiale der Fertigungssimulation im gesamten Produktlebenszyklus und können deren Einsatz gestalten (Verständnis und Anwendungskompetenz) <i>Wissen Niveau 7, Fertigkeit Niveau 7, Selbstständigkeit 7</i>	
Inhalt: <ul style="list-style-type: none"> • Vorstellung verschiedener Verfahren und Methoden der Fertigungssimulation wie Digitale Fabrik, Digitale Produktion, ... • Vorstellung der Anwendungsgebiete und Nutzenpotentiale der Fertigungssimulation an Hand von Praxisbeispielen • Vorstellung der technischen Voraussetzungen und Umsetzungen • Erläuterung der Prozesse zur Erstellung von Fertigungssimulationen 	
Literatur: <ul style="list-style-type: none"> • Spur, G.; Krause, F.-L.: Das virtuelle Produkt, Carl Hanser Verlag • Bangsow, S.: Fertigungssimulation mit Plant Simulation und SimTalk; Carl Hanser Verlag • Wertstromdesign: Der Weg zur schlanken Fabrik; Springer Verlag • Westkämper, E. (Hrsg.): Digitale Produktion. Springer-Verlag • Bracht, U.; Geckler, D.; Wenzel, S.: Digitale Fabrik - Methoden und Praxisbeispiele. Springer-Verlag 	
Lehrform: Vorlesungen im Umfang von 15 x 2 = 30 SWS	
Arbeitsaufwand: 2,5 ECTS = 75 Arbeitsstunden (AS), zusammengesetzt aus: <ul style="list-style-type: none"> • Präsenzlehre 22,5 AS • Vor- und Nachbereitung der Präsenzlehre 22,5 AS • Prüfungsvorbereitung und Prüfung 30 AS 	
Modulprüfung/Moduleilprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Klausur, 60 Min.. 	

Modulbezeichnung: Fertigungssimulation Modul Code 57000	Lehrveranstaltung: Fertigungssimulation (Praktikum)
Semester: Master 2	Fach-Code: 57020
Semesterwochenstunden: 2	ECTS-Kreditpunkte: 2,5
Angebotintervall: jährlich	Veranstaltungssprache: deutsch
Lehrende(r): Prof. Dr. N. Beisheim	Fachverantwortlicher: Prof. Dr. N. Beisheim
Lernziele/Kompetenzen: Studierende <ul style="list-style-type: none"> • kennen und beherrschen Verfahren und Methoden der virtuellen Modellierung von Produktions- und Fertigungsprozessen (Wissen und Methodenkompetenz) • sind in der Lage, Verfahren und Methoden im einem Programm zur Fertigungssimulation anzuwenden (Anwendungskompetenz) • können eine virtuelle Firma im Programm Plant Simulation abbilden (Anwendungskompetenz) <i>Wissen Niveau 7, Fertigkeit Niveau 7, Selbstständigkeit 7</i>	
Inhalt: <ul style="list-style-type: none"> • Vorstellung der Verfahren und Methoden der virtuellen Modellierung von Produktions- und Fertigungsprozessen • Anwendung der Verfahren und Methoden im Programm Plant Simulation • Umsetzung von Übungsaufgaben im Programm Plant Simulation • Konzeptionierung einer virtuellen Firma • Umsetzung der virtuellen Firma im Programm Plant Simulation • Präsentation der Ergebnisse 	
Literatur: <ul style="list-style-type: none"> • Spur, G.; Krause, F.-L.: Das virtuelle Produkt, Carl Hanser Verlag • Bangsow, S.: Fertigungssimulation mit Plant Simulation und SimTalk; Carl Hanser Verlag • Wertstromdesign: Der Weg zur schlanken Fabrik; Springer Verlag • Bracht, U.; Geckler, D.; Wenzel, S.: Digitale Fabrik - Methoden und Praxisbeispiele. Springer-Verlag • N.N.: Plant Simulation – Tutorial; Firma Siemens AG 	
Lehrform: Praktikum im Umfang von 15 x 2 = 30 SWS	
Arbeitsaufwand: 2,5 ECTS = 75 Arbeitsstunden (AS), zusammengesetzt aus: <ul style="list-style-type: none"> • Präsenzlehre = 22 AS • Bearbeitung der Übungen = 16 AS • Umsetzung im Programm = 25 AS • Ausarbeitung Präsentation = 12 AS 	

Modulprüfung/Modulteilprüfung:

- Laborarbeit (benotet)

Modulbezeichnung: Master-Thesis Modul-Code: 61000	Lehrveranstaltung: Anleitung zu wissenschaftlichem Arbeiten
Semester: Master 3	Fach-Code: 61010
Semesterwochenstunden: --	ECTS-Kreditpunkte: 30
Angebotsintervall: halbjährlich	Veranstaltungssprache: deutsch
Lehrende: Professoren aus dem Bereich Maschinenbau	Fachverantwortliche: Professoren aus dem Bereich Maschinenbau
Lernziele/Kompetenzen: Studierende	
<ul style="list-style-type: none"> • sind in der Lage, innerhalb einer Frist von sechs Monaten (Möglichkeit einer Verlängerung um maximal zwei weitere Monate) ein komplexes maschinenbautechnisches Problem selbstständig nach wissenschaftlichen Methoden zu bearbeiten (Anwendungskompetenz) • sind in der Lage, das Ergebnis einer komplexen Fragestellung in Form und Inhalt für Fachkollegen verständlich und auf einem hohen wissenschaftlichen Niveau zu formulieren und darzustellen (Kommunikationskompetenz) • können das Ergebnis ihrer Arbeit in einem größeren wissenschaftlichen Zusammenhang analysieren und beurteilen sowie Vorschläge für weiterführende Aktivitäten unterbreiten (Beurteilungsfähigkeit) <p><i>Wissen Niveau 7, Fertigkeit Niveau 7, Selbstständigkeit 7</i></p>	
Inhalt:	
<ul style="list-style-type: none"> • Das konkrete Thema der Master-Thesis wird von einem Professor ausgegeben, der zugleich auch die Arbeit betreut • Soll die Master-Thesis in einer Einrichtung außerhalb der Hochschule durchgeführt werden, bedarf es hierzu der Zustimmung des Vorsitzenden des Prüfungsausschusses • Die Studierenden können Themenwünsche äußern • Eine Durchführung in Form einer Gruppenarbeit ist zugelassen 	
Literatur:	
<ul style="list-style-type: none"> • Ebel, H.F.; Bliedert, C.: Bachelor-, Master- und Doktorarbeit. Anleitungen für den naturwissenschaftlich-technischen Nachwuchs. Wiley-VCH-Verlag 2009 • Leitfaden des betreuenden Professors 	
Lehrform:	
Anleitung zu wissenschaftlichem Arbeiten in Form von Einzelbesprechungen	
Arbeitsaufwand:	
30 ECTS = 900 Arbeitsstunden (AS) für Anleitung, Durchführung und Dokumentation	
Modulprüfung/Moduleilprüfung:	
<ul style="list-style-type: none"> • Master-Thesis in Form einer schriftlichen Dokumentation 	

Modulbezeichnung: Einführung Industrie 4.0 Modul-Code 51000	Lehrveranstaltung: Einführung Industrie 4.0
Semester: Master 1	Fach-Code: 51010
Semesterwochenstunden: 4	ECTS-Kreditpunkte: 5
Angebotintervall: jährlich	Veranstaltungssprache: deutsch
Modulverantwortliche(r): Dekan	Fachverantwortliche(r): Professoren der Fakultät Engineering und Informatik
Zuordnung zum Curriculum: Master-Studiengang Maschinenbau–Rechnergestützte Produkterstellung Pflichtfach – 1. Semester	
Lernziele/Kompetenzen: <ul style="list-style-type: none"> • Die zunehmende Digitalisierung in allen Industriebereichen führt zur immer stärkeren Vernetzung von Prozessen über die gesamte Wertschöpfungskette hinweg bei gleichzeitig steigenden Kundenanforderungen und erfordert somit neue Konzepte und Strategien von der Wirtschaft, um diese wachsenden Herausforderungen zu meistern. • Die Studierenden kennen die Begrifflichkeiten zu Industrie 4.0 und können diese fachübergreifend anwenden (Fachkompetenz in den Bereichen IT, Technik und Management). Sie kennen aktuelle Trends im Produktionsumfeld verschiedener Branchen und sind in der Lage Chancen zu erkennen und Risiken abzuschätzen. • In der studiengangsübergreifenden Veranstaltung erlangen die Studierenden Grundlagenkenntnisse wichtiger Methoden aus verschiedenen Disziplinen in ihren Grundzügen, die in den jeweiligen Studiengängen vertieft werden. <p style="text-align: center;"><i>Wissen Niveau 7, Fertigkeit Niveau 7, Selbstständigkeit 7</i></p>	
Inhalt: <ul style="list-style-type: none"> • Begrifflichkeiten zu Industrie 4.0 • Ziele, Chancen und Handlungsfelder von Industrie 4.0 • Risiken, Sicherheitsaspekte • Neue Geschäftsmodelle unter Berücksichtigung von Industrie 4.0 • Moderne Produktionsstrategien • Intelligente Adaptive Systeme: Machine Learning für Industrie 4.0 • Einführung in die Roboterprogrammierung • Produktentwicklung mit Rapid Prototyping 	

Literatur:

Bauernhansl, T. u.a. [Hrsg.] (2014): Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik. Anwendung – Technologien – Migration, Wiesbaden

Gebhardt, A. (2013): Generative Fertigungsverfahren. Hanser, München

Jüttner, S.; Pieschel, J.; Hübner, A. (2016): DVS-Studien Industrie 4.0 – Bedeutung für die Fügetechnik. DVS-Berichte Band 329, Düsseldorf

Kagermann, H. u.a. [Hrsg.] (2013): Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0. Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0, BMBF,

Osterwalder, A.; Pigneur, Y. (2011): Business Model Generation: Ein Handbuch für Visionäre, Spielveränderer und Herausforderer. Campus, Frankfurt a. M.

Roth, A. (2016): Einführung und Umsetzung von Industrie 4.0. Springer, Berlin/ Heidelberg

Sauter, R.; Bode, M.; Kittelberger, D. (2015): Wie Industrie 4.0 die Wertschöpfungskette verändert. Horvath, Stuttgart

Schwetje, G.; Vaseghi S. (2007): The Business Plan: How to Win Your Investors' Confidence. Springer, Berlin/ Heidelberg

Lehrform(en) / SWS :

Vorlesung im Umfang von 15 Wochen x 4 SWS x 1 Std = 60 SWS

Kreditpunkte / Arbeitsaufwand:

5 ECTS entsprechend 150 AS, bestehend aus:

- Präsenzveranstaltung: 60 AS
- Vor- und Nachbereitung der Präsenzlehre: 45 AS
- Prüfungsvorbereitung und Prüfung: 45 AS

Leistungsnachweis(e):

Prüfungsleistung: 90 Min. Modulklausur

Modulbezeichnung: Wahlpflichtfach	Lehrveranstaltung: Smart Materials
Semester: Master 1 / 2	Modul-Code:
Semesterwochenstunden: 4	ECTS-Kreditpunkte: 5
Angebot Intervall: jährlich	Veranstaltungssprache: deutsch
Lehrender: Prof. Dr.-Ing. J. Rager	Fachverantwortlicher: Prof. Dr.-Ing. J. Rager
Lernziele/Kompetenzen: Studierende <ul style="list-style-type: none"> kennen die wichtigsten Funktionseigenschaften von Werkstoffen und verstehen den physikalischen Ursprung, um das Potenzial von Funktionswerkstoffen und Smart Materials für den Einsatz in industriellen Anwendungen bewerten zu können (Wissen, Verständnis, Anwendungskompetenz). erkennen wie Funktionswerkstoffe „smart“ sein können und wie man sie als Sensoren und Aktoren einsetzen kann (Wissen, Verständnis, Anwendungskompetenz). verstehen wie Funktionseigenschaften „smarte“ Anwendungen ermöglichen und können daraus neue Ideen für innovative Produkte entwickeln (Wissen, Verständnis, Anwendungskompetenz) Können geeignete Werkstoffe auf Basis ihres charakteristischen Eigenschaftsprofils auswählen, um eine Funktion zuverlässig in einem Produkt erfüllen zu können (Wissen, Bewertungskompetenz) <p><i>Wissen Niveau 7, Fertigkeit Niveau 7, Selbstständigkeit 7</i></p>	
Inhalt: <ul style="list-style-type: none"> Einführung in Smart Materials: Definitionen, Einführung Sensoren und Aktoren Elektrische Leiter: physikalische Grundlagen (Strom, Spannung, Widerstand) Elektronentheorie (wellenmechanisches Atommodell, chemische Bindung), elektrische Leitfähigkeit (Drude-Lorentz, quantenmechanisches Modell), leitfähige Polymere, Ionenleitfähigkeit, Werkstoffe und Anwendungen (z.B. Widerstände, Thermoelement, Lambdasonde, Brennstoffzelle) Halbleiter: intrinsische und extrinsische (n/p-) Halbleiter, Leitfähigkeit in Halbleitern, Halbleiterbauteile (Diode, Transistor), Aufbau und Fertigung integrierter Schaltungen Dielektrische Werkstoffe: physikalische Grundlagen (Kondensator und Kapazität), Polarisationsmechanismen, Dielektrische Effekte (Piezoelektrizität, Ferroelektrizität, Pyroelektrizität), Werkstoffe und Anwendungen (z.B. Kondensatoren, piezoelektrische Sensoren und Aktoren, pyroelektrische Sensoren) Optische Werkstoffe: physikalische Grundlagen (Strahlung, Absorption, Reflektion), Wechselwirkung von Strahlung mit Materie, Anwendungen optischer Bauteile (Glasfasern, Photodiode, CCD, Solarzelle, LED, Laser, LCD-Displays) Magnetwerkstoffe: physikalische Grundlagen (Magnetfeld, magnetischer Fluss, Permeabilität magnetische Hysterese) Magnetismus (Dia-, Para-, Ferro-, Ferri-, Antiferromagnetismus) magnetische Domänen, Magnetostriktion, Magneto-resistivität, weich- und hartmagnetische Werkstoffe und ihre Anwendungen (z.B. Elektromotor, Datenspeicherung, Warensicherungsetikett) Supraleiter: Phänomene der Supraleitung (Widerstandsabfall, Meissner-Ochsenfeldeffekt), Theorie der Supraleitung (London, BCS, Abrikosov), Werkstoffe und Anwendungen (Stromkabel, Motoren und Generatoren, MRT, Magnetschwebbahn) Formgedächtnislegierungen: physikalische Grundlagen (Einweg-, Zweiwegeeffekt, Superplastizität), System Ni-Ti, martensitische Phasenumwandlung, Anwendungen als Sensoren und Aktoren sowie Nutzung der Superplastizität, magnetische Formgedächtnislegierungen 	

Literatur:

- Bäker, Funktionswerkstoffe, 1. Auflage, Springer Verlag (2014)
- Hummel, Electronic Properties of Materials, 3. Auflage, Springer (2001)
- Ivers-Tiffée, von Münch, Werkstoffe der Elektrotechnik, 10. Auflage (2007)
- Callister, Rethwisch, Materials Science and Engineering: An Introduction, 8th edition (2010)
- Ashby, Shercliff, Cebon, Materials –Engineering, Science, Processing and Design, Butterworth-Heinemann (2014)
- Hofmann, Solid State Physics: An Introduction, 2nd edition, Wiley VCH (2015)
- Ibach, Lüth, Festkörperphysik, 7. Auflage, Springer Verlag (2009)
- Göbel, Einführung in die Halbleiterschaltungstechnik, 5. Auflage, Springer Vieweg (2014)
- Langbein, Czechowicz, Konstruktionspraxis Formgedächtnistechnik, Springer Vieweg (2013)

Lehrform(en):

Vorlesung mit integrierten Übungen im Umfang von 15 Wochen x 4 SWS = 60 SWS

Arbeitsaufwand:

5 ECTS = 150 Arbeitsstunden (AS), zusammengesetzt aus:

- | | |
|---|-------|
| • Präsenzlehre | 60 AS |
| • Vor- und Nachbereitung der Präsenzlehre | 60 AS |
| • Prüfungsvorbereitung und Prüfung | 30 AS |

Modulprüfung/Modulteilprüfung:

- Klausur, benotet, 60 Min.