

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

MODULHANDBUCH

(SPO 206, Lesefassung vom xx.xx.2021)

Stand November 2020

Modulübersicht

		1. Semester	2. Semester	3. Semester	4. Semester
PFLICHTMODULE		Modellierung und Simulation	Automatisierungssysteme	Methoden der KI	Masterthesis
		Maschinendynamik	Digitale Produktentwicklung	Mechatronische Systementwicklung	
		Innovation Management & New Business Development	Leichtbau	Transferprojekt	
WAHLMODULE Wähle 4		Precision Engineering	Advanced CAE-Simulation	Embedded Systems	
		Qualitätsmanagement	Additive Manufacturing	Produktionsplanung und -steuerung	
		Project Management	Industrie 4.0	Leadership	

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 Modellierung und Simulation	6
Modulbeschreibung Maschinendynamik	9
Modulbeschreibung Innovation Management & New Business Development	13
Semester 2	16
Modulbeschreibung Automatisierungssysteme	17
Modulbeschreibung Digitale Produktentwicklung	19
Modulbeschreibung Leichtbau	21
Semester 3	24
Modulbeschreibung Methoden der KI.....	25
Modulbeschreibung Mechatronische Systementwicklung.....	28
Modulbeschreibung Transferprojekt	30
Semester 4	32
Modulbeschreibung Masterthesis.....	33

Wahlmodule

Semester 1	36
Modulbeschreibung Precision Engineering	37
Modulbeschreibung Qualitätsmanagement	39
Modulbeschreibung Project Management	41
Semester 2	43
Modulbeschreibung Advanced CAE-Simulation	44
Modulbeschreibung Additive Manufacturing.....	46
Modulbeschreibung Industrie 4.0	48
Semester 3	51
Modulbeschreibung Embedded Systems	52
Modulbeschreibung Produktionsplanung und -steuerung.....	54
Modulbeschreibung Leadership	57

Pflichtmodule

Semester 1

Modulbeschreibung Modellierung und Simulation

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

Die Teilnehmenden 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.

Studienangebot	Master Maschinenbau & Digitalisierung
	Graduate Campus
Modulnummer	84 100
SPO-Version	206
Modulart	Pflichtmodul
Modulverantwortlicher	Dr. Wolfgang Rimkus
Studiensemester	1
Angebotshäufigkeit / Dauer des Moduls	Wintersemester / 4-5 Wochenenden
Credits	5
Workload Präsenz oder virtuelle Präsenz	50 h
Workload geleitetes E-Learning	6 h
Workload Selbststudium	44 h
Workload Prüfungsvorbereitung und Prüfungsdurchführung	50 h
Verwendung in anderen Studienangeboten	-
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	Formal: - Inhaltlich: Grundkenntnisse der Ingenieur-Mathematik aus dem Bachelor
Sprache	Deutsch
Enthaltene Lehrveranstaltungen	84 101 Modellierung und Simulation
Lehrende/r	Prof. Dr. Gerrit Nandi (Mathematische Simulationsgrundlagen), Prof. Dr. Jürgen Baur (Systemsimulation)
Art der Lehrveranstaltung	Vorlesung, Übung
Art und Dauer des Leistungsnachweises/ Voraussetzungen für die Vergabe von ECTS-Punkten	PLK 120 min.
Ermittlung der Modulnote	60% Mathematische Simulationsgrundlagen, 40% Systemsimulation
Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung	keine

Zertifikatskurs	Nein
Bemerkungen	Mathematische Simulationsgrundlagen: - Vor Vorlesungsbeginn sind die vorbereitenden Video-Tutorial auf Canvas zu bearbeiten - 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 Teilnehmenden 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 Teilnehmenden 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 Teilnehmenden 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 Teilnehmenden 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 Antriebstrangmodells entwickelt.

Die Teilnehmenden 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 Teilnehmenden sind in der Lage, mit einer kommerziellen Software Versuche zu planen und auszuwerten und die Ausgaben der Software zu interpretieren.

Studienangebot	Master Maschinenbau & Digitalisierung
	Graduate Campus
Modulnummer	84 110
SPO-Version	206
Modulart	Pflichtmodul
Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Markus Kley
Studiensemester	1
Angebotshäufigkeit / Dauer des Moduls	Wintersemester / 4-5 Wochenenden
Credits	5
Workload Präsenz und virtuelle Präsenz	50 h
Workload geleitetes E-Learning	-
Workload Selbststudium	50 h
Workload Prüfungsvorbereitung und Prüfungsdurchführung	50 h
Verwendung in anderen Studienangeboten	-
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	Formal: - Inhaltlich: Grundkenntnisse Statistik und Excel sowie Technischer Mechanik (Statik, Kinematik, Kinetik) aus dem Bachelor
Sprache	Deutsch
Enthaltene Lehrveranstaltungen	84 102 Maschinendynamik
Lehrende/r	Prof. Dr. Wilhelm Kleppmann, Fred Weinhold, Prof. Dr. Markus Kley
Art der Lehrveranstaltung	Vorlesung, Übung
Art und Dauer des Leistungsnachweises/ Voraussetzungen für die Vergabe von ECTS-Punkten	PLK 120 min.
Ermittlung der Modulnote	50% Design of Experiments, 50% Maschinenschwingungen Fahrdynamik unbenotet
Voraussetzung für die Zulassung zur	keine

Modulprüfung	
Zertifikatskurs	Nein
Bemerkungen	<p>Zugelassene Hilfsmittel in der Klausur:</p> <p><u>Design of Experiments:</u> 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 Teilnehmenden bringen ihre eigenen Rechner mit)</p> <p><u>Maschinenschwingungen:</u> alle, außer Notebook, Tablet-PC, Kommunikationsmittel (Handy, Smartphone etc.), Nachbar(in)</p> <p><u>Fahrdynamik:</u> 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 Teilnehmenden 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 Teilnehmenden 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 Teilnehmenden 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 Teilnehmenden selbst Modelle erstellen und lösen. Die Teilnehmenden 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 Teilnehmenden können Schwingungsphänomene beurteilen und gemessene Schwingungen bewerten. Außerdem sind sie imstande, Phänomene beim Schaltvorgang zu beurteilen und diesen zu optimieren.

Überfachliche Kompetenz

Die Teilnehmenden 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 Innovation Management & New Business Development

Die Teilnehmenden beherrschen breit anwendbare Methoden zur strukturierten Vorgehensweise in Technologie- und Innovationsprojekten und können diese branchenübergreifend anwenden. Sie können auch mit schwervorhersagbaren Technologietrends umgehen und innovative Lösungen finden. Sie können Technologie- und Innovationsprojekte leiten und sind imstande, Standardmodule und Produktplattformen zu generieren. Die Teilnehmenden sind dazu fähig, Methoden zur Technologievorhersage und Früherkennung sowie zu Technologiescouting und -sourcing anzuwenden.

Studienangebot	Master Maschinenbau & Digitalisierung
	Graduate Campus
Modulnummer	84 120
SPO-Version	206
Modulart	Pflichtmodul
Modulverantwortlicher	Dipl.-Ing. Gerhard Subek
Studiensemester	1
Angebotshäufigkeit / Dauer des Moduls	Wintersemester / 3-4 Wochenenden
Credits	5
Workload Präsenz und virtuelle Präsenz	30 h
Workload geleitetes E-Learning	6 h
Workload Selbststudium	90 h
Workload Prüfungsvorbereitung und Prüfungsdurchführung	24 h
Verwendung in anderen Studienangeboten	Master Wirtschaftsingenieurwesen, Master Technikmanagement
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	Formal: - Verständnis zu Online Learning Nugget, Ishikawa, Derek Abel, Open Innovation und Lead User Inhaltlich: 4-Felder Kreativmethodik
Sprache	Deutsch (Vorlesung), Englisch (Online Learning Nugget)
Enthaltene Lehrveranstaltungen	84 103 Innovation Management & Business Development
Lehrende/r	Dipl.-Ing. Gerhard Subek
Art der Lehrveranstaltung	Vorlesung, Übung
Art und Dauer des Leistungsnachweises/ Voraussetzungen für die Vergabe von ECTS-Punkten	PLP
Ermittlung der Modulnote	PLP 100 %
Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung	-

Zertifikatskurs	Ja
Bemerkungen	Die Vorlesung wird ergänzt durch Best Practices und Projektreviews.

Lehrinhalte

- 1 Management von Kundenanforderungen für innovative Phasen
- 2 Vier Felder Struktur zur methodischen Generierung von Innovationen
- 3 Ermittlung von Innovationsgraden und Ableitung organisatorischer Konsequenzen
- 4 Design und Applikation von betrieblichen Innovationsprozessen
- 5 Kostenvorhersagetechniken alternativer Techniken
- 6 Entwickeln von Produktarchitekturen, Standardmodularitäten und Produktplattformen
- 7 Entscheidungsmethodik zur Auswahl des besten Innovationsprojektes
- 8 Management von betrieblichen Widerständen bei Innovationsprozessen

Fachkompetenz

Die Teilnehmenden können methodisch Innovationen in neuen Produktfamilien entwickeln und auf Basis der Kundenerwartungen, mit Blick auf die besten Kosten und geforderte Funktionalität Produktplattformen, Standardmodule und Varianten generieren und kaufmännisch bewerten. Sie können Technologie-Roadmaps einsetzen und neue Produkte gegen Produktpiraterie sichern. Sie können systematische Suchfelder für Innovationen generieren, Szenariotechniken sowie Kreativtechniken zur Auswahl und Bewertung einsetzen, Innovationsteams führen und die Lead-User-Methode anwenden. Die Teilnehmenden sind in der Lage, Open Innovation und Open Source Innovation anzuwenden. Sie können Champions und Promotoren im Unternehmen auswählen und können deren Aufgaben beschreiben. Außerdem können sie methodisch Kooperationspartnerschaften und Allianzen für Innovationen bilden. Sie sind in der Lage, Fördergelder für innovative Kooperationsprojekte zu generieren.

Überfachliche Kompetenz

Die Teilnehmenden sind in der Lage heterogene Teamprozesse zu moderieren. Sie können sowohl im Team als auch selbstständig ergebnisorientiert arbeiten und Lösungen zielgruppengerecht darstellen.

Literatur

- **Söhnke Albers Gasmann:** Handbuch Technologie- und Innovationsmanagement 2. Auflage / Gabler ISBN 978-3-8349-2800-9
- **Hauschild Salomo:** Innovationsmanagement 5. Auflage / Vahlen ISBN 978-3-8006-3655-4
- **Eppinger, S.:** Product Design and Development, McGraw Hill
- **Morgan, J.; Liker, J.:** The Toyota Product Development System
- **Productivity Press**

- **Stevenson, R.; Jackson, K.; et al:** Systems Engineering
- **Schäppi, B.:** Handbuch Produktentwicklung, Hanser
- **Lindemann, U.:** Methodische Entwicklung technischer Produkte, Springer
- **Ehrlenspiel, K.:** Kostengünstig Entwickeln und Konstruieren, Springer
- **Pahl/Beitz:** Konstruktionslehre, Springer
- **Franke, H.J.; et al:** Varianten-Management, Hanser
- **Gerybadze, A.:** Technologie- und Innovationsmanagement, Verlag Vahlen
- **Cooper R.G., Edgett, S.J.:** Maximizing productivity in product innovation, Research Technology Management

Semester 2

Modulbeschreibung Automatisierungssysteme

Die Teilnehmenden erlangen ein Verständnis dafür, welche Anforderungen an die Produktentwicklung im Rahmen von Industrie 4.0 gestellt werden. Sie kennen die Methoden, wie eine systematische Entwicklung digitalisierter Produkte erfolgt. Die Teilnehmenden erlangen die Fähigkeit, komplexe technische Systeme zu analysieren und Lösungsvorschläge für Steuerungsaufgaben zu erarbeiten.

Studienangebot	Master Maschinenbau & Digitalisierung
	Graduate Campus
Modulnummer	84 200
SPO-Version	206
Modulart	Pflichtmodul
Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Axel Zimmermann
Studiensemester	2
Angebotshäufigkeit / Dauer des Moduls	Sommersemester / 3-4 Wochenenden
Credits	5
Workload Präsenz und virtuelle Präsenz	10 h
Workload geleitetes E-Learning	30 h
Workload Selbststudium	100 h
Workload Prüfungsvorbereitung und Prüfungsdurchführung	10 h
Verwendung in anderen Studienangeboten	-
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	Formal: - Inhaltlich: Vorkenntnisse Automatisierung, Grundlagen Steuerung & Regelung, Grundlagen Sensorien & Aktorik
Sprache	Deutsch
Enthaltene Lehrveranstaltungen	84 201 Automatisierungssysteme
Lehrende/r	Prof. Dr. Axel Zimmermann
Art der Lehrveranstaltung	Vorlesung, Übung
Art und Dauer des Leistungsnachweises/ Voraussetzungen für die Vergabe von ECTS-Punkten	PLP (Gruppenarbeit und schriftliche Ausarbeitung)
Ermittlung der Modulnote	100% PLP
Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung	keine
Zertifikatskurs	Ja
Bemerkungen	-

Lehrinhalte

- 1 Einführung in die Systementwicklung
- 2 Modellbildung
- 3 Industrielle Regelungen
- 4 Architekturen vernetzter Automatisierungssysteme
- 5 Software Modulentwicklung
- 6 Verifikationsmethoden

Fachkompetenz

Die Teilnehmenden verstehen, welche Anforderungen an die Produktentwicklung im Rahmen von Industrie 4.0 gestellt werden. Sie lernen die Bedeutung der einzelnen Systementwicklungsphasen richtig einzuordnen und zu beurteilen. Die Teilnehmenden sind in der Lage, die Methoden einer systematischen Entwicklung digitalisierter Produkte erfolgreich anzuwenden. Sie entwickeln die Fähigkeit, komplexe technische Systeme zu analysieren und Lösungsvorschläge für Steuerungsaufgaben zu erarbeiten.

Überfachliche Kompetenz

Die Teilnehmenden 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 Teilnehmenden haben ein Bewusstsein für die notwendige Sicherheit beim Umgang mit elektrischen Antrieben.

Literatur

- **Andelfinger, Volker P., Hänisch, Till (Hrsg.):** Industrie 4.0 - Wie cyber-physische Systeme die Arbeitswelt verändern, Springer Verlag, 2017.
- **Reinheimer, Stefan (Hrsg.):** Industrie 4.0 - Herausforderungen, Konzepte und Praxisbeispiele, Springer Verlag, 2017.
- **Wellenreuther, Gunter, Zastrow, Dieter:** Automatisieren mit SPS - Theorie und Praxis, Springer Verlag, 2005.
- **Schreiner, Rüdiger:** Computer Netzwerke, Hanser Verlag.
- **Riggert, Wolfgang:** Rechner Netze, Hanser Verlag.

Modulbeschreibung Digitale Produktentwicklung

Die Lehrveranstaltung gibt einen Überblick über die digitalen Möglichkeiten innerhalb des Produktentwicklungsprozesses. Die Teilnehmenden kennen und verstehen die Nutzung von rechnergestützten Modulen des virtuellen Zusammenbaus, der Bewegungsanalyse, der Toleranz- und Abstandsanalyse, realistisches Rendering sowie FEM-Analysen als Möglichkeit und Chance einer effizienten Variantengestaltung und Optimierung von Produkten. Die Teilnehmenden sind in der Lage, die Produktentstehungsprozesse innerhalb eines Unternehmens auszuwerten und Verbesserungsvorschläge zu erarbeiten.

Studienangebot	Master Maschinenbau & Digitalisierung
	Graduate Campus
Modulnummer	84 210
SPO-Version	206
Modulart	Pflichtmodul
Modulverantwortlicher	Dr. Wolfgang Rimkus
Studiensemester	2
Angebotshäufigkeit / Dauer des Moduls	Sommersemester / 3-4 Wochenenden
Credits	5
Workload Präsenz und virtuelle Präsenz	32 h
Workload geleitetes E-Learning	-
Workload Selbststudium	64 h
Workload Prüfungsvorbereitung und Prüfungsdurchführung	54 h
Verwendung in anderen Studienangeboten	-
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	Formal: - Inhaltlich: Grundkenntnisse aus den Bereichen technisches Zeichnen, Konstruktion, Mechanik.
Sprache	Deutsch
Enthaltene Lehrveranstaltungen	84 202 Digitale Produktentwicklung
Lehrende/r	Stephan Schmid, M.Eng. MBA
Art der Lehrveranstaltung	Vorlesung, Übung
Art und Dauer des Leistungsnachweises/ Voraussetzungen für die Vergabe von ECTS-Punkten	PLP
Ermittlung der Modulnote	100% PLP

Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung	-
Zertifikatskurs	-
Bemerkungen	-

Lehrinhalte

- 1 Darstellung des Produktentwicklungsprozesses im Allgemeinen. Daraus abgeleitet werden Ansätze für deren rechnerbasierte Unterstützung
- 2 Aufbau von CAD-Systemen und Modellierungsgrundlagen
- 3 Weiterverwendung der CAD-Modelle im Engineering
- 4 Praxisbeispiele

Fachkompetenz

Die Teilnehmenden verstehen den Produktentwicklungsprozess und dessen Bedeutung innerhalb des gesamten Produktlebenszyklus. Beginnend von der Produktplanung über die Entwicklung bis zur Produktion kennen die Teilnehmenden die einzelnen Phasen, deren Abhängigkeiten und daraus abgeleitet die Werkzeuge und Methoden einer Rechnerunterstützung. Dabei erkennen die Teilnehmenden die Bedeutung von modernen 3D-CAD-Systemen als Ausgangspunkt der virtuellen Produktwelt im Produktentwicklungsprozess. Darüber hinaus werden Methoden zur (Teil-)Automatisierung und Ansteuerung von CAD-Modellen analysiert. Im Digital Mock-Up und AR-/VR-Prozess erkennen die Teilnehmenden auch die integrierenden Aspekte, die die Zusammenarbeit der verschiedenen Bereiche in der Entwicklung fördern.

Überfachliche Kompetenz

Die Teilnehmenden sind in der Lage, kompetent mit Experten für digitale Produktentwicklung zu diskutieren und einen fundierten Beitrag bei Entscheidungsprozessen zu leisten.

Darüber hinaus werden sich die Teilnehmenden während der Bearbeitung des Projektes mit dem digitalen Produktentwicklungsprozess in ihrem eigenen Unternehmen analysieren, diesen kritisch bewerten sowie Verbesserungsmöglichkeiten ableiten.

Die Prüfungsleistung wird als Präsentation des Projekts erbracht und kann von den Teilnehmenden auch in ihrem eigenen Unternehmen genutzt werden.

Literatur

- **IAV GmbH.** Virtuelle Produktentwicklung, Vogel Buchverlag, 2013.
- **Eigner, Martin; Roubanov, Daniil; Zafirov, Radoslav.** Modellbasierte virtuelle Produktentwicklung, Springer-Verlag, 2014.
- **Seiffert, Ulrich; Rainer, Gotthard.** Virtuelle Produktentstehung für Fahrzeug und Antrieb im Kfz, Vieweg + Teuber Verlag, 2008.
- **Eigner, Martin; Stelzer Ralph.** Product Lifecycle Management, Springer-Verlag, 2009.
- **Feldhusen, Jörg; Grote, Karl-Heinrich.** Pahl/Beitz Konstruktionslehre, Springer-Verlag, 2013.

Modulbeschreibung Leichtbau

In der Lehrveranstaltung wird eine hybride Leichtbaustruktur anhand der VDI-Richtlinie 2221 systematisch analysiert und in einzelne Arbeitspakete heruntergebrochen. Die Teilnehmenden 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.

Studienangebot	Master Maschinenbau & Digitalisierung
	Graduate Campus
Modulnummer	84 220
SPO-Version	206
Modulart	Pflichtmodul
Modulverantwortlicher	Prof. Dr. André Baeten
Studiensemester	2
Angebotshäufigkeit / Dauer des Moduls	Sommersemester / 3 Monate
Credits	5
Workload Präsenz und virtuelle Präsenz	20 h
Workload geleitetes E-Learning	30 h
Workload Selbststudium	50 h
Workload Prüfungsvorbereitung und Prüfungsdurchführung	50 h
Verwendung in anderen Studienangeboten	Master Wirtschaftsingenieurwesen
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	Formal: - Inhaltlich: Konstruktion, CAD, FEM, Festigkeitslehre
Sprache	Deutsch
Enthaltene Lehrveranstaltungen	84 203 Leichtbau
Lehrende/r	Prof. Dr. André Baeten
Art der Lehrveranstaltung	Vorlesung, Übung
Art und Dauer des Leistungsnachweises/ Voraussetzungen für die Vergabe von ECTS-Punkten	PLP (Präsentation, 30 Minuten)
Ermittlung der Modulnote	100% PLP

Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung	Keine
Zertifikatskurs	Ja
Bemerkungen	<ul style="list-style-type: none"> - Blended-Learning Modul, das E-Learning und Präsenzanteile enthält. - Labor im Zuge des Präsenzteils der Vorlesung. - 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 Teilnehmenden 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 Teilnehmenden 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 Teilnehmenden 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 Teilnehmenden 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 Teilnehmenden 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 Methoden der KI

Die Teilnehmenden kennen und verstehen die Konzepte des maschinellen Lernens. Sie können den Grundaufbau und Variationen der Verfahren einordnen. Sie verstehen den Prozess zum Aufbau qualitativ hochwertiger Modelle und können entsprechende Weichenstellungen definieren. Sie können diese Modelle trainieren und ihre Leistung verlässlich analysieren.

Studienangebot	Master Maschinenbau & Digitalisierung
	Graduate Campus
Modulnummer	84 300
SPO-Version	206
Modulart	Pflichtmodul
Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Dieter Joenssen
Studiensemester	3
Angebotshäufigkeit / Dauer des Moduls	Wintersemester / 3-4 Wochenenden
Credits	5
Workload Präsenz und virtuelle Präsenz	30 h
Workload geleitetes E-Learning	-
Workload Selbststudium	70 h
Workload Prüfungsvorbereitung und Prüfungsdurchführung	50 h
Verwendung in anderen Studienangeboten	-
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	-
Sprache	Englisch
Enthaltene Lehrveranstaltungen	84 301 Methoden der KI
Lehrende/r	Prof. Dr. Dieter Joenssen
Art der Lehrveranstaltung	Vorlesung, Übung
Art und Dauer des Leistungsnachweises/ Voraussetzungen für die Vergabe von ECTS-Punkten	PLK 90 min.
Ermittlung der Modulnote	100% PLK

Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung	-
Zertifikatskurs	-
Bemerkungen	-

Lehrinhalte

- 1 Introduction: What is Machine Learning? Building an understanding of what constitutes ML, beyond marketing buzz-words.
- 2 Introduction: Python & Machine Learning: Learning the basics of a programming language ubiquitous in Data Analytics.
- 3 CRISP-DM: A process to develop ML-Solutions: Quality and reproducibility built into this standardized, encompassing approach.
- 4 Modelling – general procedure & principles explained using regression: Creating models with low bias and high precision by introducing additional steps.
- 5 Methods: The core of any ML solution, learning methods for prediction.
- 6 Ensemble Methods: Improving on the predictive accuracy by applying meta models.

Fachkompetenz

Die Teilnehmenden können verschiedene Verfahren des maschinellen Lernens bewerten. Sie sind in der Lage, für eine bestimmte Problemstellung, die korrekten Methoden zu bestimmen und sie anzuwenden. Sie sind in der Lage, die Ergebnisse der Anwendung kritisch zu analysieren und diese zu evaluieren.

Überfachliche Kompetenz

Die Teilnehmenden können kleineren Problemstellungen sowohl selbstständig als auch in Teams bearbeiten. Sie können ihre Ausarbeitungen in Referaten diskutieren und ihre Vorgehensweise darlegen.

Literatur

- **Machine Learning:**
 - James, G., Witten, D., Hastie, T., & Tibshirani, R. (2013). An introduction to statistical learning. New York: Springer.
 - Friedman, J., Hastie, T., & Tibshirani, R. (2008). The elements of statistical learning. New York: Springer.
 - Shalev-Shwartz, S., & Ben-David, S. (2014). Understanding machine learning: From theory to algorithms. Cambridge University Press.
- **Python:**
 - Lutz, M. (2013). Learning python: Powerful object-oriented programming. O'Reilly Media.
 - Albon, C. (2018). Python machine learning cookbook. O'Reilly Media.
 - Russell, R. (2018). Machine learning: Step-by-step guide to implement machine learning algorithms with python. [sn].
 - Géron, A. (2017). Hands-on machine learning with Scikit-Learn and

TensorFlow: concepts, tools, and techniques to build intelligent systems.
O'Reilly Media.

- **Statistik (Grundlagen):**

- Bamberg, G., Baur, F., & Krapp, M. (2009). Statistik, 15. Auflage
- Ross, S. M. (2014). Introduction to probability and statistics for engineers and scientists. Academic Press.
- Fahrmeir, L., Heumann, C., Künstler, R., Pigeot, I., & Tutz, G. (2016). Statistik: Der Weg zur Datenanalyse. Springer-Verlag. (ISBN: 978-3-662-50372-0)

Modulbeschreibung Mechatronische Systementwicklung

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

Studienangebot	Master Maschinenbau & Digitalisierung
	Graduate Campus
Modulnummer	84 310
SPO-Version	206
Modulart	Pflichtmodul
Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Jürgen Baur
Studiensemester	3
Angebotshäufigkeit / Dauer des Moduls	Wintersemester / 3-4 Wochenenden
Credits	5
Workload Präsenz und virtuelle Präsenz	38 h
Workload geleitetes E-Learning	-
Workload Selbststudium	62 h
Workload Prüfungsvorbereitung und Prüfungsdurchführung	50 h
Verwendung in anderen Studienangeboten	-
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	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)
Sprache	Deutsch
Enthaltene Lehrveranstaltungen	84 302 Mechatronische Systementwicklung
Lehrende/r	Prof. Dr. Jürgen Baur
Art der Lehrveranstaltung	Vorlesung, Übung
Art und Dauer des Leistungsnachweises/ Voraussetzungen für die Vergabe	PLP

von ECTS-Punkten	
Ermittlung der Modulnote	100% PLP
Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung	-
Zertifikatskurs	Nein
Bemerkungen	Die Präsenzphase findet im Labor statt. 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 Teilnehmenden 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 Teilnehmenden 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 Teilnehmenden 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 Transferprojekt

Die Teilnehmenden 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.

Studienangebot	Master Maschinenbau & Digitalisierung
	Graduate Campus
Modulnummer	84 320
SPO-Version	206
Modulart	Pflichtmodul
Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Markus Kley
Studiensemester	3
Angebotshäufigkeit / Dauer des Moduls	Wintersemester / 3 Monate Bearbeitungszeit
Credits	5
Workload Präsenz und virtuelle Präsenz	2 h Einführung
Workload geleitetes E-Learning	-
Workload Selbststudium	80 h
Workload Prüfungsvorbereitung und Prüfungsdurchführung	68 h
Verwendung in anderen Studienangeboten	-
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	-
Sprache	Deutsch
Enthaltene Lehrveranstaltungen	84 303 Transferprojekt
Lehrende/r	Eine Auswahl von Lehrenden aus dem Studiengang zur Betreuung der Projekte wird bei der Kick-Off Veranstaltung bekannt gegeben.
Art der Lehrveranstaltung	Projekt
Art und Dauer des Leistungsnachweises/ Voraussetzungen für die Vergabe von ECTS-Punkten	PLS/PLP
Ermittlung der Modulnote	Schriftliche Ausarbeitung 70%, Präsentation 30%
Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung	-

Zertifikatskurs	Nein
Bemerkungen	Weitere Informationen gibt es in der Kick-Off Veranstaltung am Ende des 2. Semesters.

Lehrinhalte

Individuell aus dem thematischen Umfeld der Studieninhalte des Masterstudiengangs.

Fachkompetenz

Die Teilnehmenden 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 Teilnehmenden 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.

Semester 4

Modulbeschreibung Masterthesis

Die Teilnehmenden 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.

Studienangebot	Master Maschinenbau & Digitalisierung
	Graduate Campus
Modulnummer	84 400
SPO-Version	206
Modulart	Pflichtmodul
Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Markus Kley
Studiensemester	4
Angebotshäufigkeit / Dauer des Moduls	Sommersemester / 6 Monate Bearbeitungszeit
Credits	25
Workload Präsenz und virtuelle Präsenz	6 h Einführung und Absprache mit Betreuer
Workload geleitetes E-Learning	14 h
Workload Selbststudium	700 h
Workload Prüfungsvorbereitung und Prüfungsdurchführung	50 h
Verwendung in anderen Studienangeboten	-
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	Formal: Bestehen von 50 CP aus den Modulen aus den ersten drei Semestern Für „ <u>Defence</u> “: Abgabe der Masterarbeit Inhaltlich: -
Sprache	Deutsch, Englisch
Enthaltene Lehrveranstaltungen	9999 Thesis 9997 Begleitende Veranstaltung 9998 Defence
Lehrende/r	Individuell, je nach Thema (Masterthesis & Defence), Prof. Dr. Andreas Häger (Begleitende Veranstaltung)
Art der Lehrveranstaltung	Masterthesis & Defence: Projekt, Begleitende Veranstaltung: Vorlesung, Übung, oder Projekt

Art und Dauer des Leistungsnachweises/ Voraussetzungen für die Vergabe von ECTS-Punkten	Masterthesis: PLS (88%) Begleitende Veranstaltung: PLS (unbenotet) Defence: PLM (12%)
Ermittlung der Modulnote	88% Masterthesis 0% Begleitende Veranstaltung (unbenotet) 12% Defence
Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung	-
Zertifikatskurs	Nein
Bemerkungen	Weitere Informationen gibt es in der Kick-Off Veranstaltung zu Beginn des 3. Semesters.

Lehrinhalte

Individuell aus dem thematischen Umfeld der Studieninhalte des Masterstudiengangs.

Fachkompetenz

Die Teilnehmenden 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 Studiengebiets 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 Teilnehmenden sind dabei in der Lage, ihr Thema schlüssig vorzutragen und auf Fragen kompetent zu antworten. Die Teilnehmenden können Probleme analysieren und lösen. Sie können gesammelte Daten bewerten und deren Relevanz sowie Plausibilität beurteilen.

Überfachliche Kompetenz

Die Teilnehmenden 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 Teilnehmenden 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

Modulbeschreibung Precision Engineering

Durch die Lehrveranstaltung erwerben die Teilnehmenden 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.

Studienangebot	Master Maschinenbau & Digitalisierung
	Graduate Campus
Modulnummer	84 810
SPO-Version	206
Modulart	Wahlmodul
Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Markus Kley
Studiensemester	1
Angebotshäufigkeit / Dauer des Moduls	Wintersemester, 3-4 Wochenenden
Credits	5
Workload Präsenz und virtuelle Präsenz	40 h
Workload geleitetes E-Learning	-
Workload Selbststudium	60 h
Workload Prüfungsvorbereitung und Prüfungsdurchführung	50 h
Verwendung in anderen Studienangeboten	-
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	Fundierte Kenntnisse in der technischen Mechanik und Maschinenkonstruktionslehre
Sprache	Deutsch
Enthaltene Lehrveranstaltungen	84 104 Precision Engineering
Lehrende/r	Dipl. Ing. Guido Limbach, M.Sc. Semih Öztürk
Art der Lehrveranstaltung	Vorlesung, Übung
Art und Dauer des Leistungsnachweises/ Voraussetzungen für die Vergabe von ECTS-Punkten	PLP
Ermittlung der Modulnote	PLP 100%
Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung	keine
Zertifikatskurs	Nein
Bemerkungen	-

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 Teilnehmenden sind in der Lage, die Herausforderungen und Komplexitäten eines industriellen Entwicklungsprojektes einzuordnen. Sie sind in der Lage, Methoden der modell-basierten Systementwicklung zur Anforderungs- und Tragweitenanalyse anzuwenden und einzusetzen. Sie können die Modellierungssprache SysML im Kontext von feinmechanischen Systemen anwenden Grundbegriffe der Feinmechanik und Optomechanik einordnen. Die Teilnehmenden 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 und sind befähigt, feinmechanische Systeme hinsichtlich der kritischen Systemparameter auszulegen und zu bewerten.

Überfachliche Kompetenz

Das Elaborationspotential sowie die Methodenkompetenz der Studierenden wird 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 Qualitätsmanagement

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

Studienangebot	Master Maschinenbau & Digitalisierung
	Graduate Campus
Modulnummer	84 811
SPO-Version	206
Modulart	Wahlmodul
Modulverantwortlicher	Prof. Dr.-Ing. Klaus-Dieter Rupp
Studiensemester	1
Angebotshäufigkeit / Dauer des Moduls	Wintersemester, 3-4 Wochenenden
Credits	5
Workload Präsenz und virtuelle Präsenz	38 h
Workload geleitetes E-Learning	-
Workload Selbststudium	62 h
Workload Prüfungsvorbereitung und Prüfungsdurchführung	50 h
Verwendung in anderen Studienangeboten	Master Wirtschaftsingenieurwesen, Master Technikmanagement
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	-
Sprache	Deutsch
Enthaltene Lehrveranstaltungen	84 105 Qualitätsmanagement
Lehrende/r	Dipl.-Ing. Elmar Zeller
Art der Lehrveranstaltung	Vorlesung, Übung
Art und Dauer des Leistungsnachweises/ Voraussetzungen für die Vergabe von ECTS-Punkten	PLP oder PLK (90 Minuten); entscheidet sich im Rahmen der Veranstaltung anhand der Verfügbarkeit aktueller Themen während des Vorlesungszeitraums
Ermittlung der Modulnote	100% PLP oder PLK
Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung	-

Zertifikatskurs	Ja
Bemerkungen	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 Teilnehmenden 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 Teilnehmenden 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

Modulbeschreibung Project Management

Die Teilnehmenden 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.

Studienangebot	Master Maschinenbau & Digitalisierung
	Graduate Campus
Modulnummer	84 812
SPO-Version	206
Modulart	Wahlmodul
Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Arndt Borgmeier
Studiensemester	1
Angebotshäufigkeit / Dauer des Moduls	Wintersemester / 6-10 Wochen
Credits	5
Workload Präsenz und virtuelle Präsenz	14 h
Workload geleitetes E-Learning	30 h
Workload Selbststudium	56 h
Workload Prüfungsvorbereitung und Prüfungsdurchführung	50 h
Verwendung in anderen Studienangeboten	-
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	-
Sprache	Deutsch, Englisch
Enthaltene Lehrveranstaltungen	84 106 Project Management
Lehrende/r	Prof. Dr. Arndt Borgmeier
Art der Lehrveranstaltung	Vorlesung, Übung
Art und Dauer des Leistungsnachweises/ Voraussetzungen für die Vergabe von ECTS-Punkten	PLS, PLP
Ermittlung der Modulnote	Bericht 60%, Präsentation 40%
Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung	-
Zertifikatskurs	Ja
Bemerkungen	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 Teilnehmenden 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 Teilnehmenden können betriebswirtschaftliche Tatbestände mithilfe einfacher Werkzeuge analysieren sowie volkswirtschaftliche Zusammenhänge in die Analyse integrieren. Das Modul versetzt die Teilnehmenden 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 Teilnehmenden 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 Advanced CAE-Simulation

In der Lehrveranstaltung werden die Einsatzmöglichkeiten von expliziten Simulationsmethoden beurteilt und diese angewendet. Die Teilnehmenden 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.

Studienangebot	Master Maschinenbau & Digitalisierung
	Graduate Campus
Modulnummer	84 813
SPO-Version	206
Modulart	Wahlmodul
Modulverantwortlicher	Dr. Wolfgang Rimkus
Studiensemester	2
Angebotshäufigkeit / Dauer des Moduls	Sommersemester
Credits	5
Workload Präsenz und virtuelle Präsenz	44 h
Workload geleitetes E-Learning	6 h
Workload Selbststudium	50 h
Workload Prüfungsvorbereitung und Prüfungsdurchführung	50 h
Verwendung in anderen Studienangeboten	-
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	Formal: - Inhaltlich: Grundlagen der FEM
Sprache	Deutsch
Enthaltene Lehrveranstaltungen	84 204 Advanced CAE-Simulation
Lehrende/r	Dr. Wolfgang Rimkus, Julian Schlosser
Art der Lehrveranstaltung	Vorlesung, Übung
Art und Dauer des Leistungsnachweises/ Voraussetzungen für die Vergabe von ECTS-Punkten	PLP
Ermittlung der Modulnote	PLP 100%
Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung	keine
Zertifikatskurs	Ja
Bemerkungen	Die Präsenzphase findet im Labor statt.

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 Teilnehmenden 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 Teilnehmenden lernen elementare Methoden zur Ermittlung von Materialmodellen, auch im Laborversuch, kennen und können diese in der Simulation anwenden. Die Teilnehmenden 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 Teilnehmenden 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 Additive Manufacturing

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

Studienangebot	Master Maschinenbau & Digitalisierung
	Graduate Campus
Modulnummer	84 814
SPO-Version	206
Modulart	Wahlmodul
Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Matthias Haag
Studiensemester	2
Angebotshäufigkeit / Dauer des Moduls	Sommersemester
Credits	5
Workload Präsenz und virtuelle Präsenz	28 h
Workload geleitetes E-Learning	-
Workload Selbststudium	60 h
Workload Prüfungsvorbereitung und Prüfungsdurchführung	62 h
Verwendung in anderen Studienangeboten	-
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	Formal: - Inhaltlich: Mathematik, Physik, Werkstoffkunde, Umgang mit einem 3D-CAD-System, Grundkenntnisse im Projektmanagement
Sprache	Deutsch
Enthaltene Lehrveranstaltungen	84 205 Additive Manufacturing
Lehrende/r	Prof. Dr. Matthias Haag, Prof. Dr. Miranda Fateri, Johannes Lutz
Art der Lehrveranstaltung	Vorlesung, Übung
Art und Dauer des Leistungsnachweises/ Voraussetzungen für die Vergabe von ECTS-Punkten	PLP, PLS
Ermittlung der Modulnote	100% PLS
Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung	-
Zertifikatskurs	Nein
Bemerkungen	Ein Teil der Präsenzphase findet im Labor statt. Nach erfolgter Vorstellung des Projektes (vor den Kommilitonen und den Dozenten – etwa 15 min. 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 Teilnehmenden 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 Teilnehmenden 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 Teilnehmenden 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 Industrie 4.0

Durch die Lehrveranstaltung wird der Änderungsbedarf existierender Produktionsanlagen erkannt. Die Teilnehmenden 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.

Studienangebot	Master Maschinenbau & Digitalisierung
	Graduate Campus
Modulnummer	84 815
SPO-Version	206
Modulart	Wahlmodul
Modulverantwortlicher	Dipl.-Ing. Gerhard Subek
Studiensemester	2
Angebotshäufigkeit / Dauer des Moduls	Sommersemester
Credits	5
Workload Präsenz und virtuelle Präsenz	36 h
Workload geleitetes E-Learning	-
Workload Selbststudium	64 h
Workload Prüfungsvorbereitung und Prüfungsdurchführung	50 h
Verwendung in anderen Studienangeboten	-
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	-
Sprache	Deutsch
Enthaltene Lehrveranstaltungen	84 206 Industrie 4.0
Lehrende/r	Dipl.-Ing. Gerhard Subek
Art der Lehrveranstaltung	Vorlesung, Übung
Art und Dauer des Leistungsnachweises/ Voraussetzungen für die Vergabe von ECTS-Punkten	PLK 90 min.
Ermittlung der Modulnote	PLK 100%
Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung	keine

Zertifikatskurs	-
Bemerkungen	Eine Exkursion zu Industrieunternehmen kann Teil der Vorlesung sein.

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 Teilnehmenden 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 Teilnehmenden 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 Teilnehmenden 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 Teilnehmenden 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 Teilnehmenden 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

Semester 3

Modulbeschreibung Embedded Systems

Nach erfolgreicher Teilnahme an dem Modul sind die Teilnehmenden in der Lage, Echtzeitsoftware mit und ohne Einsatz eines Echtzeitbetriebssystems ressourcenschonend zu entwerfen und zu implementieren. Sie können Hard- und Softwarekomponenten für gegebene Anforderungen bewerten.

Studienangebot	Master Maschinenbau & Digitalisierung
	Graduate Campus
Modulnummer	84 816
SPO-Version	206
Modulart	Wahlmodul
Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Jürgen Schüle
Studiensemester	3
Angebotshäufigkeit / Dauer des Moduls	Wintersemester, 3-4 Wochenenden
Credits	5
Workload Präsenz und virtuelle Präsenz	30 h
Workload geleitetes E-Learning	-
Workload Selbststudium	80 h
Workload Prüfungsvorbereitung und Prüfungsdurchführung	40 h
Verwendung in anderen Studienangeboten	Master Digitale Technologien
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	-
Sprache	Deutsch
Enthaltene Lehrveranstaltungen	84 304 Embedded Systems
Lehrende/r	Prof. Dr. Jürgen Schüle
Art der Lehrveranstaltung	Vorlesung, Übung
Art und Dauer des Leistungsnachweises/ Voraussetzungen für die Vergabe von ECTS-Punkten	PLP
Ermittlung der Modulnote	PLP 100 %
Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung	keine
Zertifikatskurs	-
Bemerkungen	-

Lehrinhalte

- 1 Programmieren in C
- 2 Microcontroller Grundlagen
- 3 Periphere Hardwarekomponenten
- 4 Schnittstellen

Fachkompetenz

Die Teilnehmenden beherrschen wesentliche technische und mathematische Grundlagen digitaler Rechner, insbesondere Microcontroller, und sind in der Lage, diese im Rahmen eines Semesterprojektes auf die Projektfragestellung anzuwenden.

Überfachliche Kompetenz

Sie können Problemstellungen und ihre Lösungsvorschläge argumentativ gegenüber Fachleuten vertreten.

Literatur

- **Klima, Robert; Selberherr, Siegfried (2010):** Programmierung in C. Wien, New York, 2010.
- **Yiu, Joseph (2015):** The Definite Guide to ARM Cortex-M0 and Cortex-M0+ Processors. Second Edition, Newnes.

Modulbeschreibung Produktionsplanung und -steuerung

Die Teilnehmenden 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.

Studienangebot	Master Maschinenbau & Digitalisierung
	Graduate Campus
Modulnummer	84 817
SPO-Version	206
Modulart	Wahlmodul
Modulverantwortlicher	Gerhard Subek
Studiensemester	3
Angebotshäufigkeit / Dauer des Moduls	Wintersemester, 3-4 Wochenenden
Credits	5
Workload Präsenz und virtuelle Präsenz	36 h
Workload geleitetes E-Learning	-
Workload Selbststudium	64 h
Workload Prüfungsvorbereitung und Prüfungsdurchführung	50 h
Verwendung in anderen Studienangeboten	Master Wirtschaftsingenieurwesen, Master Technikmanagement
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	-
Sprache	Deutsch
Enthaltene Lehrveranstaltungen	84 305 Produktionsplanung und -steuerung
Lehrende/r	Gerhard Subek, Gastdozenten
Art der Lehrveranstaltung	Vorlesung, Übung
Art und Dauer des Leistungsnachweises/ Voraussetzungen für die Vergabe von ECTS-Punkten	PLP
Ermittlung der Modulnote	PLP 100%
Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung	-
Zertifikatskurs	-
Bemerkungen	Multimedia, Praxisteil bei lokalen Firmen

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 Teilnehmenden 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 Teilnehmenden 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 Teilnehmenden 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]

Modulbeschreibung Leadership

Die Teilnehmenden 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.

Studienangebot	Master Maschinenbau & Digitalisierung
	Graduate Campus
Modulnummer	84 318
SPO-Version	206
Modulart	Wahlmodul
Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Jana Wolf
Studiensemester	3
Angebotshäufigkeit / Dauer des Moduls	Wintersemester / 3 Monate
Credits	5
Workload Präsenz und virtuelle Präsenz	20 h
Workload geleitetes E-Learning	30 h
Workload Selbststudium	50 h
Workload Prüfungsvorbereitung und Prüfungsdurchführung	50 h
Verwendung in anderen Studienangeboten	Master Wirtschaftsingenieurwesen, Master Technikmanagement
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	-
Sprache	Deutsch, Englisch
Enthaltene Lehrveranstaltungen	84 306 Leadership
Lehrende/r	Prof. Dr. Jana Wolf
Art der Lehrveranstaltung	Vorlesung, Übung
Art und Dauer des Leistungsnachweises/ Voraussetzungen für die Vergabe von ECTS-Punkten	PLS
Ermittlung der Modulnote	70% PLS, 30% Leistungs-Checks online
Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung	-
Zertifikatskurs	Ja
Bemerkungen	- Blended Learning Konzepte (E-Learning und Präsenzveranstaltung) - 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 Teilnehmenden 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 Teilnehmenden 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