



# Produktentwicklung im Maschinenbau

Master of Science

## Modulhandbuch

Prüfungsordnung (PO) 11  
Gültig ab: SoSe25



## Modulübersicht

# Masterstudium

Methoden und Prozesse der Produktentwicklung .....
Computational Methods .....
Lineare und nichtlineare FEM .....
Werkstoffe und Leichtbaukonstruktion .....
Wissenschaftliches Projekt .....
Mechatronik .....
Digital Engineering .....
Nachhaltiger Produktlebenszyklus .....
Wahlmodul .....
Masterthesis .....

## Studiengangsziele

Der Maschinenbau ist eine sehr weit gefächerte Branche, die viele unterschiedliche Fachgebiete und Vertiefungsrichtungen umfasst. Der Hauptgrund für die führende Rolle deutscher Maschinenbauunternehmen ist im Bereich der Produktentwicklung angesiedelt. Es gelingt den Unternehmen durch innovative und qualitativ hochwertige Produkte Lohnkosten- und andere Standortnachteile mehr als auszugleichen. Unternehmen des Maschinenbaus brauchen hochqualifizierte Fachkräfte, um diesen Wettbewerbsvorteil nachhaltig halten zu können.

Das übergeordnete Ziel des Studiengangs ist eine fundierte ingenieurwissenschaftliche Ausbildung der Studierenden sowohl mit vertieftem mathematisch-naturwissenschaftlichem und anwendungsorientiertem Faktenwissen im Maschinenbau als auch mit prozeduralem Wissen in allen Phasen einer industriellen Produktentwicklung. Dabei soll das im Rahmen eines ersten berufsbefähigenden Studiums erworbene fachliche und fachübergreifende Wissen vertieft und mit erweitertem methodischen und analytischen Ansatz verbreitert werden. Darüber hinaus sollen die Studierenden die Grundsätze und Vorgehensweisen wissenschaftlichen Arbeitens intensiv kennen. In den letzten Jahren sind die Anforderungen bzgl. der Anwendung von digitalen Methoden in der Produktentwicklung stark gestiegen, was sich auch in der Weiterentwicklung des Studiengangs niederschlägt.

Die Studierenden werden durch das Curriculum in die Lage versetzt, komplexe Sachverhalte der Produktentwicklung auf allen Abstraktionsebenen und Lebensphasen verstehen, (weiter-)entwickeln und vermitteln zu können. Die Studierenden sollen die Kenntnisse und Fähigkeiten erwerben, die es ihnen ermöglichen, in der Industrie komplexe Produktentwicklungsprozesse zu verstehen, selbst im Ganzen oder Teile davon durchzuführen, insbesondere aber diese zu planen und zu leiten. Die Studierenden sollen nach einer kurzen Einarbeitungszeit im Unternehmen in der Lage sein, Projekte und Fachabteilungen inhaltsbezogen sinnvoll und effizient zu führen.

Die Studierenden sollen die Befähigung erlangen, Lösungen komplexer Probleme zu formulieren, diese kritisch zu hinterfragen und weiterzuentwickeln; dabei sind komplexe Probleme und Aufgaben durch folgende Charakteristika geprägt: für ihre Lösung ist ein grundlagenbasierter Analyseansatz erforderlich, sie betreffen eine breite Palette mitunter auch widerstreitender Faktoren und involvieren verschiedene Gruppen von Betroffenen und Interessierten, verschiedene Lösungsansätze müssen abgewogen werden und liegen außerhalb vordefinierter Standards und Lösungsmuster.

Im Bereich der sozialen Kompetenzen erwerben die Studierenden durch geeignete Problemstellungen in verschiedenen Modulen Abstraktionsvermögen, systemanalytisches Denken sowie Team- und Kommunikationsfähigkeit. Hierdurch und durch die explizit geplante und reflektierte Teamarbeit im wissenschaftlichen Projekt sind sie besonders auf die Übernahme von Führungsverantwortung vorbereitet.

Die Lernergebnisse, die durch das Studium zu erreichen sind, betreffen alle Phasen einer industriellen Produktentwicklung im Maschinenbau von der tendenziell abstrakten Findungsphase bis zu detaillierten Simulationen im Rahmen der Fertigungsvorbereitung. Die Absolventinnen und Absolventen müssen daher in der Lage sein, komplexe Sachverhalte auf allen Abstraktionsebenen und Lebensphasen verstehen, (weiter-)entwickeln und vermitteln zu können. Die einzelnen Lernergebnisse werden im folgenden Abschnitt erläutert.

Die Absolventinnen und Absolventen:

- kennen die Grundsätze und Methoden des Produktmanagements hinsichtlich Qualität, Zeit und Kosten und wenden diese auf Fragestellungen des Maschinenbaus an,
- verfügen über vertiefte Kenntnisse der mathematisch-naturwissenschaftlichen Prinzipien des Maschinenbaus,
- kennen aktuelle Simulationstechniken, begründen diese vertieft physikalisch und können diese Kenntnisse auf Problemstellungen des Maschinenbaus anwenden,
- kennen konventionelle und innovative Werkstoffe und deren Vor- und Nachteile und können diese zielgerichtet in Produkten des Maschinenbaus einsetzen,
- sind mit den Grundsätzen und Vorgehensweisen ingenieurwissenschaftlichen Arbeitens vertraut und setzen diese exemplarisch ein,
- kennen die Strategien, Methoden und Hilfsmittel der systematischen Konstruktion und wenden diese auf Problemstellungen aus dem Maschinenbau an,
- kennen Grundlagen und Vorgehensweisen des Werkzeug- und Formenbaus und können Produktionsprozesse simulieren und optimieren,
- kennen aktuelle Problemstellungen der Industrie und diskutieren Lösungsansätze,
- verfügen über ein kritisches Bewusstsein über die neueren Erkenntnisse ihrer Disziplin,
- können bei entsprechender Qualität der Masterarbeit zur Promotion an einer wissenschaftlichen Hochschule zugelassen werden,
- verfügen für eine Tätigkeit als leitender Ingenieur/in oder als wissenschaftlicher Mitarbeiter über vertiefte fachliche und prozedurale Qualifikation.

In der Masterarbeit soll der Absolvent die während des Studiums erworbenen Kompetenzen anwendungsorientiert an der Hochschule oder direkt in der Industrie umsetzen. Selbstständiges, ergebnisorientiertes, ingenieurwissenschaftliches Arbeiten an einer komplexen Aufgabenstellung in einem Zeitraum ist durch eine entsprechende Dokumentation sowie eine mündliche Verteidigung der Arbeit nachzuweisen.

Insgesamt soll den Studierenden während des Studiums das selbständige verantwortungsvolle Handeln gelehrt werden, damit diese später im beruflichen Umfeld auch komplexe Problemstellungen wissenschaftlich fundiert erfolgreich bearbeiten können.

## Zusammenhang der Module

Die Beschreibung der einzelnen Module mit Kompetenzen/Lernzielen sind dem Modulhandbuch zu entnehmen. Ferner sind die Lehrveranstaltungen dort inhaltlich beschrieben. Die Modulbildung erfolgt unter inhaltlicher Abstimmung der Einzelveranstaltungen. Die Modulbezeichnung stellt einen Gesamtbegriff für die Inhalte dar. Außerdem dient das Wahlmodul der Ergänzung des Curriculums und der individuellen Kompetenzentwicklung.

Mathematischnaturwissenschaftliche Prinzipien:

- Computational Methods
- Lineare und nichtlineare FEM

Faktenwissen:

- Werkstoffe und Leichtbaukonstruktion
- Nachhaltiger Produktlebenszyklus
- Digital Engineering

Prozedurales Wissen:

- Methoden und Prozesse der Produktentwicklung
- Digital Engineering
- Mechatronik

Ingenieurwissenschaftliche Methodik:

- Methoden und Prozesse der Produktentwicklung
- Wissenschaftliches Projekt

Ingenieurwissenschaftliches Entwickeln und Konstruieren:

- Wissenschaftliches Projekt
- Methoden und Prozesse der Produktentwicklung
- Lineare und nichtlineare FEM

Projektleitung/soziale Kompetenz/Führungskompetenz:

- Methoden und Prozesse der Produktentwicklung
- Wissenschaftliches Projekt

## Umsetzung der Leitbilder der RWU

Im vorliegenden Studiengang würden die Leitbilder der RWU in vielfältiger Weise umgesetzt. Durch den durchdachten Aufbau wird erreicht, dass Studierenden fachliche Qualifikation und überfachliche Kompetenz mit auf den Weg gegeben werden. Die angewandte Forschung in verschiedenen Bereichen, insbesondere der digitalen Produktentwicklung, fließt in die Lehre ein. Die Lehrinhalte im Studiengang sind gekennzeichnet durch eine konsequente Verknüpfung theoretischer und praktischer Inhalte. Die Lehrinhalte wurden und werden kontinuierlich überprüft und an aktuellen Fragestellungen orientiert; dadurch werden zukünftige Entwicklungen und Bedarfe bereits heute in den Lehrinhalten des Studiengangs abgebildet. Die Lehrenden des Studiengangs halten ihr Wissen und ihre Lehrinhalte stets auf dem neuesten Stand, reflektieren neue didaktisch-methodische Ansätze und berücksichtigen didaktische Weiterentwicklungen in der Lehre.

SEM	MODULÜBERSICHT						ECTS	
1	Methoden und Prozesse der Produktentwicklung 8	Computational Methods 5	Lineare und nichtlineare FEM 7	Werkstoffe und Leichtbaukonstruktion 7	Wissenschaftliches Projekt 3		30	
2	Digital Engineering 6	Mechatronic 7	Nachhaltiger Produktlebenszyklus 8	Wahlmodul 5	Wissenschaftliches Projekt 4		30	
3	Master-Thesis						30	30

■ Vorlesungsfächer    
 ■ Praktikum und Projektarbeit    
 ■ Abschlussarbeit



## Methoden und Prozesse der Produktentwicklung

Studiengang:	Produktentwicklung im Maschinenbau
Abschlussgrad:	Master of Science (M.Sc.)
Modulnummer:	PEM M01
Modultitel:	Methoden und Prozesse der Produktentwicklung
Modulverantwortliche/r:	Prof. Dr.-Ing. Florian Kauf
Art des Moduls:	Pflicht
Vorlesungssprache:	deutsch
Inhalt des Moduls:	<p>Im Themenbereich Produktentwicklung/Betriebswirtschaft, Methoden, Prozesse werden die folgenden Gebiete behandelt:            - Produktentwicklung und Produktlebenszyklus; - Phasen der Produktentwicklung inkl. Technologiemanagement und Innovationsmanagement; - Stellung der Entwicklung im Wertschöpfungsprozess; - Strategie und Portfolioplanung; - Ermittlung von Kundenanforderungen; - Quality Function Deployment, Design Reviews, FMEA; - Komplexitätsmanagement; - Produktkosten und -optimierung;            Ergänzt durch Beispiele aus der Praxis aus verschiedenen Branchen: - Maschinenbau; - Automobil und Zulieferer; - Elektronik</p> <p>Im Themenbereich Konstruktionsmethodik werden die folgenden Gebiete behandelt:            - Beschreibung technischer Systeme; - Anforderungsmanagement; - Funktionsmodellierung; - physikalische Effekte; - systematische Variation; - Morphologie; - Prinzipien optimaler Systeme; - Evolution technischer Systeme; - Triz; - Anwendung von Gestaltungsrichtlinien; - montagegerechte Gestaltung; - Eigenschaftsfrüherkennung; - statistische Versuchsplanung; - Ansätze zur Strukturierung von Konstruktionsprozessen; - Projektmanagement und Führung in der Produktentwicklung; - Agile Vorgehensmodelle (SCRUM); - DSM; - Abhängigkeiten zwischen Produkt- und Projektstruktur; - Modelle des Konstruktionsprozesses; - Reifegradmodelle; - Vorgehen bei der Entwicklung mechatronischer Systeme</p>
Veranstaltungen:	Product Development - business management, methods, processes; Konstruktionsmethodik
Lehr- und Lernformen:	Vorlesung mit jeweils thematisch begleitenden Beispielen. Studierende erstellen eine themenbezogene englischsprachige Präsentation (Dauer: ca. 12 min), halten diese und beantworten Fragen im Zusammenhang von Präsentation und Vorlesungsinhalten. Die Präsentation inkl. Beantwortung der Fragen wird mit 1 ECTS benotet und fließt in die Gesamtenote anteilig mit ein.
Voraussetzungen für die Teilnahme:	Empfohlene Voraussetzungen: Kenntnisse der Grundlagen der BWL; Grundkenntnisse Projektmanagement; Grundkenntnisse Qualitätsmanagement; Grundkenntnisse Konstruktion und Konstruktionssystematik
Verwendbarkeit des Moduls:	Dieses Modul ist zentrale Grundlage des Studiengangs. Die Methoden und Prozesse erlauben eine systematische Vorgehensweise und Reflektion bei Analyse- und Syntheseprozessen in der Produktenwicklung. Diese kommen vor Allem auch im Projekt und der Master-Thesis zum Einsatz.
Voraussetzungen Vergabe ECTS:	K120
ECTS-Leistungspunkte:	8
Benotung:	benotet
Arbeitsaufwand:	Es wird von einem Workload von 30 Stunden je ECTS ausgegangen.

Dauer des Moduls:	einsemestrig
Häufigkeit des Angebots:	Nur Sommersemester
Literatur:	<p>Pahl/Beitz: Konstruktionslehre, Methoden und Anwendung erfolgreicher. Berlin: Springer 2021</p> <p>Varma, T.: Agile Product Development: How to Design Innovative Products That Create Customer Value, apress, 2015</p> <p>Produktentwicklung. Berlin: Springer 2021</p> <p>Lindemann, U.: Methodische Entwicklung technischer Produkte: Methoden flexibel und situationsgerecht anwenden. Berlin: Springer.</p> <p>Lindemann/Ponn: Konzeptentwicklung und Gestaltung technischer Produkte.</p> <p>Signal, D., Singhal, K. R.: Implement ISO9001:2008 Quality Management System, Learning Pvt. Ltd., 2012.</p> <p>Marti, M.: Complexity Management: Optimizing Product Architecture of Industrial Products, DUV Gabler Edition.</p> <p>Northouse, P.G.: Introduction to Leadership: Concepts and Practice, Sage, Los Angeles, 4th edition, 2017</p>
Anwesenheitspflicht:	nein

# Kompetenzdimensionen des Moduls Methoden und Prozesse der Produktentwicklung

## **Wissen und Verstehen: Vertiefung einzelner Bestandteile des Wissens**

Die Teilnehmer/innen erwerben spezialisiertes Wissen über Strategien, Methoden, Prozesse und Entwicklungswerkzeuge, um damit produktentwicklungsrelevante Sachverhalte überprüfen, strukturieren und optimieren zu können. Die Absolventinnen und Absolventen können aktuelle Erkenntnisse und Trends in der Produktentwicklung, z. B. im Bereich Fahrzeugtechnik oder Sondermaschinenbau, sowie der Konstruktionsmethodik diskutieren. Sie sind in der Lage, Produktentstehungsprozesse, deren Teilprozesse und Produktlebenszyklen zu analysieren. Die Teilnehmer/innen untersuchen und hinterfragen Methoden und Erklärungsansätze der Marktforschung, des Käuferverhaltens und der Kundenzufriedenheit. Sie können Methoden und Werkzeuge der Produktentwicklung und -optimierung, analysieren, bewerten und gezielt einsetzen.

## **Einsatz, Anwendung und Erzeugung von Wissen/Kunst: Nutzung und Transfer**

Die Absolventinnen und Absolventen sind in der Lage, komplexe Produkte in der Tiefe verstehen und evaluieren zu können und komplexe Produktstrukturen und Produktarchitekturen untersuchen und hinterfragen zu können. Sie können Prozesse und Methoden der Marktforschung und der Zeitplanung in der Produktentwicklung analysieren und beurteilen. Die Teilnehmer/innen können komplexe Produkte systematisch und methodisch konzipieren und weiterentwickeln. Die Teilnehmer/innen können Prozesse in der Produktentwicklung zielgerichtet gestalten und können Entwicklungsprojekte sinnvoll strukturieren und planen.

## **Kommunikation und Kooperation**

Die Absolventinnen und Absolventen können Methoden des Projektmanagements und Konzepte der Führung in Entwicklungsprojekten logisch durchdringen anwenden, reflektieren und situationsspezifisch anpassen und diese im Diskurs mit Fachvertreterinnen und Fachvertretern sowie Fachfremden mit theoretisch und methodisch fundierter Argumentation begründen.

## **Wissenschaftliches / künstlerisches Selbstverständnis und Professionalität**

Die Absolventinnen und Absolventen entwickeln ein kritisches Bewusstsein über (größtenteils nichttechnische) Voraussetzungen und Auswirkungen der Ingenieur Tätigkeit in Rahmen der Produktentwicklung und entwickeln ein Bewusstsein von (praktisch stets vorhandenen) Restriktionen zeitlicher und finanzieller Art bei Entwicklungsprozessen.

# Computational Methods

Studiengang:	Produktentwicklung im Maschinenbau
Abschlussgrad:	Master of Science (M.Sc.)
Modulnummer:	PEM M02
Modultitel:	Computational Methods
Modulverantwortliche/r:	Prof. Dr.-Ing. Zerrin Harth
Art des Moduls:	Pflicht
Vorlesungssprache:	englisch
Inhalt des Moduls:	<p>- Umgang mit modernen Algorithmen zur numerischen Lösung physikalischen Fragestellungen.</p> <p>- Numerische Differentiation und Integration</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Anfangswertprobleme</li><li>- Rand- und Eigenwertprobleme</li><li>- Partielle Differentialgleichungen.</li></ul> <p>Außerdem werden die komplexe Fragestellungen der technischen Mechanik in Teilaufgaben zerlegt, deren Lösungsmethoden von den Teilnehmern zu programmieren sind.</p>
Veranstaltungen:	Computational Methods in Engineering
Lehr- und Lernformen:	V+Ü
Voraussetzungen für die Teilnahme:	
Verwendbarkeit des Moduls:	Das Modul vermittelt Algorithmen zur numerischen Lösung physikalischer Fragestellungen. Die Inhalte kommen insbesondere im Projekt und in der Masterthesis (je nach Themenstellung) zum Einsatz.
Voraussetzungen Vergabe ECTS:	Portfolioprüfung (PF): Die Details zur Zusammensetzung des Portfolios werden in der Veranstaltung und in Moodle zu Semesterbeginn bekanntgegeben.
ECTS-Leistungspunkte:	5
Benotung:	benotet
Arbeitsaufwand:	Es wird von einem Workload von 30 Stunden je ECTS ausgegangen.
Dauer des Moduls:	einsemestrig
Häufigkeit des Angebots:	Nur Sommersemester

Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- K. Finckenstein, J. Lehn, H. Schellhaas, H. Wegmann, Arbeitsbuch Mathematik für Ingenieure, Band II, Springer-Vieweg</li> <li>- L. Papula, Mathematik für Ingenieure und Naturwissenschaftler Band 2, Springer-Vieweg</li> <li>- C.-D. Munz, T. Westermann, Numerische Behandlung gewöhnlicher und partieller Differenzialgleichungen, Springer-Vieweg</li> <li>- J. Werner, Numerische Mathematik, Vieweg-Studium, Bd. 32, 33: Aufbaukurs Mathematik</li> <li>- R. Plato, Numerische Mathematik kompakt: Grundlagenwissen für Studium und Praxis, Vieweg-Studium, Grundlagenwissen für Studium und Praxis</li> <li>- D. Kincaid und W. Cheney, Numerical Analysis, Brooks/Cole Publishing Company</li> <li>- Frank Thuselt, Felix Paul Gennrich</li> </ul> Praktische Mathematik mit MATLAB, Scilab und Octave <a href="https://link.springer.com/book/10.1007%2F978-3-642-25825-1">https://link.springer.com/book/10.1007%2F978-3-642-25825-1</a>
Anwesenheitspflicht:	nein

# Kompetenzdimensionen des Moduls Computational Methods

## **Wissen und Verstehen: Vertiefung einzelner Bestandteile des Wissens**

Die Absolventinnen und Absolventen haben die Grundlagen der Numerik auf hohem wissenschaftlichem Niveau vertieft und erweitern sie in ausgewählten Gebieten, um damit produktentwicklungsrelevante Sachverhalte überprüfen und strukturieren zu können.

Absolventen/innen haben insbesondere:

- mathematische Kenntnisse auf dem Gebiet des Einsatzes spezieller numerischer Verfahren im ingenieurwissenschaftlichen Bereich erworben, die sie zu wissenschaftlich fundierter Arbeit bei der beruflichen Tätigkeit befähigen und können diese erläutern;
- Verständnis für den multidisziplinären Einsatz der anwendungsorientierten Mathematik erworben.
- gelernt Entscheidungen bei der problembezogenen Auswahl analytischer und numerischer mathematischer Verfahren zu treffen.

## **Einsatz, Anwendung und Erzeugung von Wissen/Kunst: Nutzung und Transfer**

Absolventen/innen haben insbesondere die Fähigkeit, Merkmale und Eigenschaften von Produkten und Prozessen zu selektieren und sie einer mathematischen Modellbildung zuzuführen. Außerdem sind sie insbesondere fähig, die Ergebnisse numerischer Verfahren im Hinblick auf ihre Anwendung kritisch einzuschätzen.

## **Kommunikation und Kooperation**

Absolventen/innen sind insbesondere fähig ausgewählte mathematische Verfahren kompetent anzuwenden und die Ergebnisse in den ingenieurwissenschaftlichen Kontext einzuordnen.

## **Wissenschaftliches / künstlerisches Selbstverständnis und Professionalität**

Absolventen/innen sind insbesondere in der Lage, die Möglichkeiten und Grenzen des Einsatzes mathematischer Methoden zur Lösung technischer Probleme zu diskutieren und zu beurteilen.

# Lineare und nichtlineare FEM

Studiengang:	Produktentwicklung im Maschinenbau
Abschlussgrad:	Master of Science (M.Sc.)
Modulnummer:	PEM M03
Modultitel:	Lineare und nichtlineare FEM
Modulverantwortliche/r:	Prof. Dr. Michael Winkler
Art des Moduls:	Pflicht
Vorlesungssprache:	deutsch
Inhalt des Moduls:	<p>In diesem Modul werden die Inhalte zu linearer und nichtlinearer FEM inklusive der entsprechenden Theorien zur Höheren Technischen Mechanik behandelt.</p> <p>Bestandteile der Höheren Technischen Mechanik sind:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Lineare Elastizitätstheorie</li><li>- Plastizitätstheorie</li><li>- Grundlagen zu geometrischer Nichtlinearität</li></ul> <p>Bestandteile der linearen und nichtlinearen FEM sind:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Grundprinzip linearer FEM anhand einfacher Elementtypen (Stab, Balken)</li><li>- Elementtypen</li><li>- Vernetzung und Lasteinleitung</li><li>- Festigkeitsbewertung</li><li>- Kontakt (nichtlineare FEM)</li><li>- Schraubenmodellierung (nichtlineare FEM)</li><li>- Geometrische Nichtlinearitäten (nichtlineare FEM)</li><li>- FEM in der Umformsimulation (nichtlineare FEM)</li><li>- Durchführung von Parameterstudien und -optimierungen</li></ul> <p>Die lineare und nichtlineare FEM wird zusätzlich durch die praktische Anwendung mit kommerzieller FEM-Software vertieft. Hierzu gehören z.B. Übungen zu den folgenden Themen:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Aufbau und Auswertung von Strukturen mit 1D-, 2D- und 3D-Elementen</li><li>- Aufbau und Auswertung von Strukturen aus mehreren Bauteilen unter Berücksichtigung von Nichtlinearitäten (v.a. Kontakt)</li><li>- Aufbau und Auswertung von Umformsimulationen unter Berücksichtigung sämtlicher Nichtlinearitäten</li><li>- Durchführung und Auswertung von Parameterstudien und -optimierungen</li></ul>
Veranstaltungen:	Lineare und nichtlineare FEM Praktikum lineare und nichtlineare FEM
Lehr- und Lernformen:	V+Ü (mit diversen unterstützenden E-Learning-Materialien)
Voraussetzungen für die Teilnahme:	Grundlagen aus dem Bachelorstudium in den Bereichen Technische Mechanik und Mathematik

Verwendbarkeit des Moduls:	Die Kenntnisse dieses Moduls können insbesondere (abhängig von der Themenstellung) im Wissenschaftlichen Projekt sowie in der Masterarbeit eingesetzt werden.
Voraussetzungen Vergabe ECTS:	Portfolioprüfung (PF) mit Praktischer Arbeit (1 Drittel der Punkte) und Digitaler Prüfung/Klausur (120 min; 2 Drittel der Punkte)
ECTS-Leistungspunkte:	7
Benotung:	benotet
Arbeitsaufwand:	Es wird von einem Workload von 30 Stunden je ECTS ausgegangen.  210 h (80 h Präsenz, 130 h Selbststudium)
Dauer des Moduls:	einsemestrig
Häufigkeit des Angebots:	Nur Sommersemester
Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Birkert, A.; Haage, S.; Straub, M.: Umformtechnische Herstellung komplexer Karosserieteile. Springer Vieweg; 2013.</li> <li>- Dankert, J.; Dankert, H.: Technische Mechanik – Statik, Festigkeitslehre, Kinematik/Kinetik. Springer Vieweg; 2013.</li> <li>- Gross, Hauger, Wriggers: Technische Mechanik 4: Hydromechanik, Elemente der Höheren Mechanik, Numerische Methoden. Springer Vieweg; 2023.</li> <li>- Klein, B.: FEM. Springer Vieweg; 2015.</li> <li>- Rieg, F.; Hackenschmidt, R.; Alber-Laukant, B.: Finite Element Analysis for Engineers. Hanser; 2014.</li> <li>- Rösler, Harders, Bäker: Mechanisches Verhalten der Werkstoffe. Springer Vieweg; 2016.</li> <li>- Rust, W.: Nichtlineare Finite-Elemente-Berechnungen. Springer Vieweg; 2016.</li> <li>- Siegert, K. (Hrsg.): Blechumformung. Springer Vieweg; 2015.</li> <li>- Wagner, M.: Lineare und nichtlineare FEM - Eine Einführung mit Anwendungen in der Umformsimulation mit LS-DYNA®. Springer Vieweg; 2022.</li> </ul>
Anwesenheitspflicht:	nein



# Kompetenzdimensionen des Moduls Lineare und nichtlineare FEM

## **Wissen und Verstehen: Vertiefung einzelner Bestandteile des Wissens**

Die Absolventinnen und Absolventen können die Grundlagen der linearen Elastizitätstheorie für 3D-Strukturen erläutern und die Theorien für Linien- und Flächentragwerke inklusive der Anwendung auf Beulrechnungen erläutern. Sie können die theoretischen Grundlagen der Finite Elemente Methode inklusive des Ablaufes einer FEM-Berechnung erläutern und darstellen, wie FEM-Ergebnisse zustande kommen. Sie sind in der Lage die theoretischen Hintergründe zu Umformsimulationen zu diskutieren die theoretischen Hintergründe zu Parameterstudien und -optimierungen aufzuzeigen.

## **Einsatz, Anwendung und Erzeugung von Wissen/Kunst: Nutzung und Transfer**

Die Absolventinnen und Absolventen können konkrete Problemstellungen mit Hilfe der linearen Elastizitätstheorie für 3D-Strukturen lösen und Probleme mit Hilfe der Theorien verschiedener Linien- und Flächentragwerke inklusive der Beulrechnung aufzeigen. Sie können einfache Aufgaben der Elastostatik mit Hilfe der Finite Elemente Methode lösen und strukturmechanische Problemstellungen mit kommerzieller FEM-Software bewältigen (Praktikum). Die Absolventinnen und Absolventen sind in der Lage FEM-Ergebnisse zu interpretieren und zu bewerten. Sie können Umformsimulationen sowie Parameterstudien und -optimierungen mit kommerzieller Software durchführen, interpretieren und auswerten.

## **Kommunikation und Kooperation**

Die erworbene Kompetenz im Bereich der Kommunikation ist das Erstellen von Berechnungsberichten nach wissenschaftlichen Grundsätzen. Sie wird durch die praktische Arbeit unterstützt, da die Studierenden untereinander und mit dem Dozenten fachliche Diskussionen führen.

## **Wissenschaftliches / künstlerisches Selbstverständnis und Professionalität**

Die Absolventinnen und Absolventen erwerben insbesondere bei der Bearbeitung der Praktischen Arbeiten einen hohen Grad an Professionalität bei der Durchführung numerischer Berechnungsaufgaben, wie sie (wenn auch in anderem Umfang) auch in der industriellen Praxis vorkommen. Zur Lösung ingenieurwissenschaftlicher Berechnungsaufgaben gehört dabei insbesondere das gewissenhafte Durchführen einer Berechnung, was Modellaufbau, Berechnung, Auswertung und Modellkontrolle/-validierung beinhaltet. Sie eignen sich außerdem außerdem die Fähigkeit an, Ihren Lernprozess selbst zu steuern (Zeitplanung, Selbststudiumsfähigkeiten), so wie es im Beruf später auch verlangt wird.

## Werkstoffe und Leichtbaukonstruktion

Studiengang:	Produktentwicklung im Maschinenbau
Abschlussgrad:	Master of Science (M.Sc.)
Modulnummer:	PEM M04
Modultitel:	Werkstoffe und Leichtbaukonstruktion
Modulverantwortliche/r:	Prof. Dr.-Ing. Michael Niedermeier
Art des Moduls:	Pflicht
Vorlesungssprache:	deutsch
Inhalt des Moduls:	<p>Themenbereich angewandte Werkstofftechnologie:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ausgewählte Sonderkapitel zum physikalischen und chemischen Verhalten von metallischen Werkstoffen: Korrosion, Tribologie.</li> <li>- Anwendung und Einsatz von Leichtmetallen, Edeltählen und keramischen Werkstoffen in der Produktentwicklung.</li> <li>- Schadensanalyse.</li> </ul> <p>Themenbereich Verbundwerkstoffe:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Anwendung und Einsatz von partikel- und faserverstärkten Werkstoffen und Werkstoffverbunden (insbesondere Metall / Kunststoff): Faserwerkstoffe, Matrixsysteme und Füllstoffe, ausgewählte Aspekte der Mikromechanik, der Laminattheorie und der Faserverbundbauweisen.</li> </ul> <p>Themenbereich Leichtbaukonstruktion:</p> <p>Leichtbaustrategien und Bauweisen, leichtbaugerechte Konstruktion unter dem Aspekt Bionik, Auswahl und Einsatz von Leichtbauwerkstoffen unter dem Aspekt Konstruktion (Holz, Faserverbundkunststoffe, Aluminium, Magnesium, Titan), Leichtbauelemente: Stab, Schale, Platte=&gt; Berücksichtigung der Stabilität, ausgewählte Themen: Fachwerk, Rahmen, Sandwich, Leichtbauverbindungen: Gestaltung Verklebung, Gestaltung besonderer Schweißverbindungen (z.B. Laserstrahlschweißen, Rührreißschweißen), ganzheitliche Bilanzierung.</p>
Veranstaltungen:	Angewandte Werkstofftechnologie; Verbundwerkstoffe und Werkstoffverbunde; Leichtbaukonstruktion
Lehr- und Lernformen:	V+Ü
Voraussetzungen für die Teilnahme:	Empfohlene Voraussetzungen: Die Grundlagen der Werkstoffkunde, wie sie in den Bachelorstudiengängen vermittelt werden.
Verwendbarkeit des Moduls:	Das Modul vermittelt vertiefte Kenntnisse aus den Bereichen Werkstoffe und Leichtbau. Die Inhalte kommen insbesondere im Projekt und in der Masterthesis (je nach Themenstellung) zum Einsatz.
Voraussetzungen Vergabe ECTS:	PA (Leichtbaukonstruktion) +K90 (angewandte Werkstofftechnologie und Verbundwerkstoffe und Werkstoffverbunde)
ECTS-Leistungspunkte:	7
Benotung:	benotet
Arbeitsaufwand:	Es wird von einem Workload von 30 Stunden je ECTS ausgegangen.
Dauer des Moduls:	einsemestrig
Häufigkeit des Angebots:	Nur Sommersemester

Literatur:	Bargel / Schulze, Werkstoffkunde, Springer Vieweg 2018 Ashby M.F., Materials Selection in Mechanical Design, Butterworth Heinemann 1999 Flemming M. et al., Faserverbundbauweisen, Band 1- Band 4, Springer Verlag 1995 - 2003 Schürmann H., Konstruieren mit Faser-Kunststoff-Verbunden, VDI Springer 2007 Klein B./Gänsicke T., Leichtbau-Konstruktion, Vieweg Verlag 2019 Wiedemann J., Leichtbau 2: Konstruktion, Springer Verlag 2007 Davies et al., Lightweight sandwich construction, Blackwell Science Ltd 2001 Gordon J.E., Structures, Penguin Books (Pelican 1978)
Anwesenheitspflicht:	nein

# Kompetenzdimensionen des Moduls Werkstoffe und Leichtbaukonstruktion

## **Wissen und Verstehen: Vertiefung einzelner Bestandteile des Wissens**

Die Absolventinnen und Absolventen diskutieren aktuelle Werkstoffentwicklungen, Werkstoffkombinationen und Leichtbauentwicklungen. Sie vertiefen die physikalischen und chemischen Aspekte der Werkstofftechnologie auf hohem wissenschaftlichem Niveau und erweitern sie in ausgewählten Gebieten, um damit produktentwicklungsrelevante Sachverhalte überprüfen und strukturieren zu können. Die Absolventinnen und Absolventen können verschiedenste Werkstoffe und Werkstoffeffekte beurteilen und sind in der Lage die Werkstoffkunde als komplexes Thema zu erfassen und das Wissen aus unterschiedlichen Bereichen der Werkstofftechnologien zu kombinieren. Die Absolventinnen und Absolventen können die Leichtbauelemente dimensionieren und in der Produktentwicklung anwenden.

## **Einsatz, Anwendung und Erzeugung von Wissen/Kunst: Wissenschaftliche Innovation**

Die Absolventinnen und Absolventen können Lösungen zu anwendungsorientierten Fragestellungen der Werkstofftechnologie und der Leichtbaukonstruktion erarbeiten und notwendige modellhafte und experimentelle Untersuchungen zielgerichtet strukturieren und planen. Sie sind in der Lage, neueste Werkstoffentwicklungen und Werkstoffkombinationen für die Produktentwicklung richtig auszuwählen und anzuwenden.

## **Kommunikation und Kooperation**

Die Studierenden diskutieren fachbezogen mit den Lehrenden über theoretisch begründbare Problemlösungen.

## **Wissenschaftliches / künstlerisches Selbstverständnis und Professionalität**

Absolventinnen und Absolventen erkennen die Rahmenbedingungen des beruflichen Handelns und reflektieren Entscheidungen verantwortungsbewusst.

## Wissenschaftliches Projekt

Studiengang:	Produktentwicklung im Maschinenbau
Abschlussgrad:	Master of Science (M.Sc.)
Modulnummer:	PEM M05
Modultitel:	Wissenschaftliches Projekt
Modulverantwortliche/r:	Prof. Dr.-Ing. Michael Niedermeier
Art des Moduls:	Pflicht
Vorlesungssprache:	deutsch
Inhalt des Moduls:	<p>Zweisemestrige benotete Projektarbeit:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Planung und Steuerung kompletter Produktentwicklungsprozess</li> <li>-Projekt Teil 1: Soft Skill Teambildung und Hard Skills planerische Schwerpunkte in Systematik und Prozess</li> <li>-Projekt Teil 2: Hard Skill Organisation und Soft Skill Führung (Leadership)</li> </ul> <p>Erläuterung: Die Studierenden organisieren Projektteams (Teamgröße ca. fünf Studierende) und nehmen im Laufe des Projekts unterschiedliche Rollen ein (Projektleiter, Integrator, Spezialist) und reflektieren anschließend mit ihren Kommilitonen und den betreuenden Professoren die Erfahrung. Sie gewinnen dadurch die Möglichkeit soziale Kompetenzen zu testen, zu beobachten und zu analysieren. Die Projektarbeit ist mit Absicht über ein komplettes Jahr angelegt, um ein umfangreiches und komplexes Thema abhandeln zu können und ein physisches Produkt fertigen, testen und optimieren zu können. Die Erfahrungen werden gemeinsam mit den Professoren reflektiert und individuelle Trainingsaufgaben werden beschlossen. Hierbei sollen die Themen Kommunikation, Diskussionskultur, Feedback, Selbst-/Fremdbild, Delegation und agiles Management bewusst gemacht und zielgerichtet beeinflusst werden. Teil 2 wird mit einer Präsentation und einem ausführlichen Bericht abgeschlossen.</p> <p>Reading Club (unbenotetes Seminar, einsemestrig, kann unabhängig von der Projektarbeit belegt werden):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Die Studierenden wählen individuelle Themen aus, die sie interessieren und unter Umständen im Studium nicht wiederfinden</li> <li>-Selbständige Organisation von Reading Clubs ähnlicher Themengebiete (maximal fünf Studierende)</li> <li>-Diskussion aktueller ingenieur- und gesellschaftswissenschaftlicher Themenstellung</li> <li>-Ergänzende Soft Skill: Leadership</li> <li>-Soft Skill: Verfeinerung des wissenschaftlichen Arbeitens, von der Diskussion zum wissenschaftlichen Diskurs als Vorbereitung zur Master-Arbeit</li> <li>-Leistungsnachweis: Zusammenfassung der Erkenntnisse in Protokollform und Abschlussvortrag in englischer Sprache</li> </ul>
Veranstaltungen:	<p>Projekt Teil 1 - Systematik und Prozess Projekt Teil 2 - Führung und Organisation</p> <p>Reading Club (Seminar)</p>
Lehr- und Lernformen:	PR + S
Voraussetzungen für die Teilnahme:	

Verwendbarkeit des Moduls:	Das Modul vermittelt vertiefte Kenntnisse in den Bereichen Projektmanagement, Führung und wissenschaftliches Arbeiten. Die Inhalte kommen insbesondere in der Masterthesis zum Einsatz.
Voraussetzungen Vergabe ECTS:	PF (zweimestrige benotete Projektarbeit, Reading Club unbenotetes Seminar, einsemestrig)
ECTS-Leistungspunkte:	7
Benotung:	benotet
Arbeitsaufwand:	Es wird von einem Workload von 30 Stunden je ECTS ausgegangen.
Dauer des Moduls:	zweimestrig
Häufigkeit des Angebots:	Jedes Semester
Literatur:	Moser, M.: Hierarchielos führen, Springer Gabler 2017. Bothe J., Führungskultur und Supportive Leadership, Springer Gabler 2020 Ehrlenspiel, K., Meerkamm H.: Integrierte Produktentwicklung. München: Hanser, 2017 (6nd Edition). Aktuelle Publikationen der Fachzeitschriften (z.B. Konstruktion Springer/VDI Verlag, Composite Structures, Elsevier Verlag ...), Proceedings internationaler Tagungen (z.B. ICED), Dissertationen.
Anwesenheitspflicht:	nein

# Kompetenzdimensionen des Moduls Wissenschaftliches Projekt

## **Wissen und Verstehen: Vertiefung einzelner Bestandteile des Wissens**

Die Absolventinnen und Absolventen können die Methoden und Werkzeuge des Managements und der Konstruktionslehre sowie ein kritisches Bewusstsein über die neueren Erkenntnisse der Produktentwicklungsmethodik und aktuelle Führungsmodelle anwenden, um damit produktentwicklungsrelevante Sachverhalte überprüfen und strukturieren zu können.

## **Einsatz, Anwendung und Erzeugung von Wissen/Kunst: Wissenschaftliche Innovation**

Die Absolventinnen und Absolventen können ihr ingenieurwissenschaftliches Urteilsvermögen anwenden, um mit komplexen, technisch unsauberen, bzw. unvollständigen Informationen zu arbeiten. Die Absolventinnen und Absolventen besitzen Kenntnisse und Fähigkeiten zur Planung, Durchführung, Steuerung und Kontrolle von komplexen Konstruktionsprozessen. Sie können Entwicklungsprojekte sinnvoll strukturieren und planen sowie in diesen auch agile Führungskonzepte anwenden. Die Absolventinnen und Absolventen können technische Lösungen auch zu unüblichen Fragestellungen entwickeln, auch unter Einbeziehung anderer Disziplinen. Sie können Systematik gepaart mit ihrer Kreativität einsetzen, um neue und originelle Produkte zu entwickeln. Sie sind in der Lage, leichte Produkte werkstoffgerecht zu konstruieren sowie Kunststoffbauteile werkstoffgerecht zu gestalten und zu dimensionieren.

## **Kommunikation und Kooperation**

Die Studierenden tauschen sich sach- und fachbezogen im Reading Club aus. Sie binden Beteiligte unter der Berücksichtigung der jeweiligen Gruppensituation im Rahmen der Projektarbeit zielorientiert in die Aufgabenstellungen ein.

## **Wissenschaftliches / künstlerisches Selbstverständnis und Professionalität**

Die Studierenden sind in der Lage, das eigene Wissen und Können sachbezogen in der Produktentwicklung einzusetzen und weiterzuentwickeln.

# Mechatronik

Studiengang:	Produktentwicklung im Maschinenbau
Abschlussgrad:	Master of Science (M.Sc.)
Modulnummer:	PEM M06
Modultitel:	Mechatronik
Modulverantwortliche/r:	Prof. Dr.-Ing. Andreas Haag
Art des Moduls:	Pflicht
Vorlesungssprache:	deutsch
Inhalt des Moduls:	<p>Regelungstechnik:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Automatisierungsprojekte</li><li>- Aktoren und Sensoren</li><li>- Kontinuierliche Systeme (Anforderungen an Regelungen; Modellformen (Zeitbereich, Frequenzbereich, Abtastsysteme), Modellbildung; Der Standardregelkreis; Stabilitätsuntersuchung; Synthese von Regelkreisen)</li><li>- Diskrete Systeme (Strukturen von Steuerungen; Beschreibungsformen; Implementierung von Steuerungen; HMI; Kommunikation)</li><li>- Referate zu aktuellen Themen: Industrie 4.0, Rapid-Prototyping, Augmented-Reality, Smart-Home ....</li></ul> <p>Mechatronik Praktikum:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Praktische Übungen wie z.B. Regelung von Gleichstrommotoren; Automatisierung einer Produktion (Festo-Anlage); Roboterprogrammierung; Untersuchungen von Systemen mit Matlab/Simulink</li></ul>
Veranstaltungen:	<p>Regelungstechnik in mechatronischen Produkten; Mechatronik Praktikum;</p> <p>Der Praktikumsanteil wird als Projekt abgeleistet, welches die Vorlesung begleitet und die Themen bearbeitet, die von Prof. Haag ausgegeben werden. Die praktische Arbeit ist in diesem Fall der Projektbericht. Außerdem findet eine K60 statt.</p>
Lehr- und Lernformen:	V+Ü
Voraussetzungen für die Teilnahme:	Grundkenntnisse der Regelungstechnik, üblicherweise erworben durch Besuch einer Lehrveranstaltung im Bachelorstudium.
Verwendbarkeit des Moduls:	Das Modul vermittelt vertiefte Kenntnisse im Bereich der Regelung mechatronischer Produkte. Die Inhalte kommen insbesondere im Projekt und in der Masterthesis (je nach Themenstellung) zum Einsatz.
Voraussetzungen Vergabe ECTS:	PF besteht aus:PA+K60
ECTS-Leistungspunkte:	7
Benotung:	benotet
Arbeitsaufwand:	Es wird von einem Workload von 30 Stunden je ECTS ausgegangen.
Dauer des Moduls:	einsemestrig
Häufigkeit des Angebots:	Nur Wintersemester



Literatur:	<p>HOLGER LUTZ, Wolfgang Wendt. Taschenbuch der Regelungstechnik. Frankfurt am Main: Harry Deutsch, 2005.</p> <p>RODDECK, Werner. Einführung in die Mechatronik. 2 ed. Teubner, 2019.</p> <p>HEIMANN, Bodo, WILFRIED GERTH, y KARL POPP;, . Mechatronik. Hanser Leipzig, 2015.</p> <p>Automatisierungstechnik. Dietmar Schmid. Europa Lehrmittel, 2020.</p> <p>TRÖSTER, F.. Steuerungs- und Regelungstechnik für Ingenieure. Oldenbourg, 2005.</p> <p>LUNZE, Jan. Automatisierungstechnik. De Gruyter, 2016.</p> <p>HILMAR JASCHEK, Holger Voos. Grundkurs der Regelungstechnik. 15 ed. Oldenbourg, 2010.</p> <p>HEIMBOLD, Tilo. Einführung in die Automatisierungstechnik. Carl Hanser Verlag, 2014.</p>
Anwesenheitspflicht:	ja
Begründung:	Anwesenheitspflicht bezieht sich nur auf den Praktikumsanteil. Die hierbei notwendigen direkten Absprachen zwischen Studierenden und Professor können nur in Anwesenheit durchgeführt werden.

# Kompetenzdimensionen des Moduls Mechatronik

## **Wissen und Verstehen: Vertiefung einzelner Bestandteile des Wissens**

Absolventinnen und Absolventen kennen die Ziele und Anwendungen der Automatisierungstechnik in der Produktentwicklung. Sie verstehen die Zusammenhänge in der Automatisierungstechnik und wissen um die Probleme und Stolpersteine bei der Durchführung von Automatisierungsprojekten. Absolventinnen und Absolventen verstehen den Aufbau und die Funktionsweise der wichtigsten Komponenten von Automatisierungssystemen: Steuerungen, Aktoren/Sensoren, Regelungen.

## **Einsatz, Anwendung und Erzeugung von Wissen/Kunst: Nutzung und Transfer**

Absolventinnen und Absolventen können zielgerichtet Bauteile zu Gesamtsystemen verknüpfen. Sie wenden die verschiedenen Werkzeuge an, um die Funktion von Bauelementen und des Gesamtsystems zu bewerten. Sie sind in der Lage verschiedene Varianten zu vergleichen, Vorgehensweisen zu hinterfragen und diese bzgl. des dynamischen Verhaltens zu optimieren.

## **Kommunikation und Kooperation**

Absolventinnen und Absolventen können strukturiert automatisierungstechnische Aufgabenstellungen diskutieren und gemeinsam eine Lösung entwickeln.

## **Wissenschaftliches / künstlerisches Selbstverständnis und Professionalität**

Absolventinnen und Absolventen können komplexe Aufgabenstellungen analysieren und selbstständig in sinnvolle Teilaufgaben zerlegen. Sie koordinieren diese Teilaufgaben und kombinieren sie zu einer Gesamtarbeit. Absolventinnen und Absolventen können strukturiert automatisierungstechnische Aufgabenstellungen diskutieren und gemeinsam eine Lösung entwickeln.

# Digital Engineering

Studiengang:	Produktentwicklung im Maschinenbau
Abschlussgrad:	Master of Science (M.Sc.)
Modulnummer:	PEM M07
Modultitel:	Digital Engineering
Modulverantwortliche/r:	Prof. Dr.-Ing. Markus Till
Art des Moduls:	Pflicht
Vorlesungssprache:	deutsch
Inhalt des Moduls:	<p>Veranstaltung Digitaler Produktentwurf:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Digitaler Produktlebenszyklus</li> <li>- Objektorientiertes Modellieren/Programmieren mit Java</li> <li>- Multidisziplinärer Produktentwurf und -simulation mit graphenbasierten Entwurfssprachen</li> </ul> <p>Zu den genannten Punkten erfolgt die digitale Umsetzung anhand von praktischen Übungsaufgaben.</p> <p>Veranstaltung Dimensionsanalyse: Zusammenhänge der Physik mit Hilfe der Dimensionsanalyse und Ähnlichkeitstheorie werden systematisch erarbeitet:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pi-Theorem</li> <li>- Skalierung</li> <li>- Anwendung der Dimensionsanalyse in verschiedenen Themenbereichen</li> </ul> <p>Gemeinsames Projekt: Modellierung, Simulation und Bewertung eines kinematischen Systems mittels Dimensionsanalyse und Entwurfssprachen</p>
Veranstaltungen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Digitaler Produktentwurf</li> <li>- Dimensionsanalyse</li> </ul>
Lehr- und Lernformen:	V+P
Voraussetzungen für die Teilnahme:	Empfohlene Voraussetzungen: Grundkenntnisse Programmieren
Verwendbarkeit des Moduls:	Dieses Modul vermittelt vertiefte Kenntnisse in der digitalen Modellierung und Simulation des Produktlebenszyklus. Diese kommen vor allem im Projekt und in der Master-Thesis zum Einsatz.
Voraussetzungen Vergabe ECTS:	PF
ECTS-Leistungspunkte:	6
Benotung:	benotet
Arbeitsaufwand:	Es wird von einem Workload von 30 Stunden je ECTS ausgegangen.
Dauer des Moduls:	einsemestrig
Häufigkeit des Angebots:	Nur Wintersemester

Literatur:	<p>Digitaler Produktentwurf:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Dörn, S.: Programmieren für Ingenieure und Naturwissenschaftler : Grundlagen, SpringerVieweg, 2016</li> <li>- Dörn, S.: Programmieren für Ingenieure und Naturwissenschaftler : Algorithmen und Programmier Techniken, SpringerVieweg, 2017</li> <li>van Randen, H. J., Bercker, C., Fieml, J.: Einführung in UML: Analyse und Entwurf von Software, SpringerVieweg, 2016</li> </ul> <p>Dimensionsanalyse:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- H. Görtler; Dimensionsanalyse; Ingenieurwissenschaftliche Bibliothek; Springer,1975</li> <li>- J.H. Spurk; Dimensionsanalyse in der Strömungslehre; Springer, 1992</li> <li>- J. Zierep; Similarity Laws and Modeling; Marcel Dekker, 1971</li> <li>- J. Zierep; Ähnlichkeitsgesetze und Modellregeln der Strömungslehre; Braun,1991</li> </ul>
Anwesenheitspflicht:	nein

# Kompetenzdimensionen des Moduls Digital Engineering

## **Wissen und Verstehen: Vertiefung einzelner Bestandteile des Wissens**

Die Absolventinnen und Absolventen erlernen moderne Methoden des digitalen multidisziplinären modellbasierten Produktentwurfs. Die Absolventinnen und Absolventen können aktuelle Erkenntnisse und Trends in der digitalen Produktentwicklung und Modellbildung, z. B. im Bereich Fahrzeugtechnik oder Sondermaschinenbau diskutieren und anwenden. Die Absolventinnen und Absolventen erwerben vertiefte Kenntnisse auf dem Gebiet der objektorientierten Modellierung und der physikalische Modellbildung mittels Dimensionsanalyse.

## **Einsatz, Anwendung und Erzeugung von Wissen/Kunst: Wissenschaftliche Innovation**

Die Absolventinnen und Absolventen können den digitalen Produktentwurf über verschiedenen Domänengrenzen hinweg mit modernen Programmiersprachen objektorientiert modellieren. Hierbei wenden sie für die physikalische Modellbildung Methoden der Dimensionsanalyse an. Sie sind damit in der Lage, neue digitale Methoden in der Produktentwicklung zu bewerten, richtig auszuwählen und anzuwenden.

## **Kommunikation und Kooperation**

Die Absolventinnen und Absolventen können Methoden und Konzepte des digitalen Produktentwurfs logisch durchdringen, anwenden, reflektieren und situationsspezifisch anpassen und diese im Diskurs mit Fachvertreterinnen und Fachvertretern sowie Fachfremden mit theoretisch und methodisch fundierter Argumentation begründen.

## **Wissenschaftliches / künstlerisches Selbstverständnis und Professionalität**

Die Studierenden entwickeln ein kritisches Bewusstsein über technische und nichttechnische Rahmenbedingungen ihrer späteren Ingenieur Tätigkeit in Rahmen der Produktentwicklung. Die gesamthafte Modellierung des Produktentwurfs erfordert kritisches Hinterfragen aller Anforderungen an das Produkt und die damit vernüpften technischen und nichttechnischen Auswirkungen.

# Nachhaltiger Produktlebenszyklus

Studiengang:	Produktentwicklung im Maschinenbau
Abschlussgrad:	Master of Science (M.Sc.)
Modulnummer:	PEM M08
Modultitel:	Nachhaltiger Produktlebenszyklus
Modulverantwortliche/r:	Prof. Dr.-Ing. Thomas Schreier-Alt
Art des Moduls:	Pflicht
Vorlesungssprache:	deutsch
Inhalt des Moduls:	<p>Grundlagen der nachhaltigen Produktentwicklung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ökonomische, ökologische und soziale Aspekte</li> <li>- Nachhaltiger Produktlebenszyklus</li> <li>- Phasen der nachhaltigen Produktentwicklung</li> <li>- Normative Rahmenbedingungen (gesamtheitliches Bilanzieren / Ökobilanzen nach ISO14001 ff und EMAS. )</li> <li>- Messmethoden für Nachhaltigkeit (LCA..)</li> <li>- Konstruktive Rahmenbedingungen für Langlebigkeit, Reparaturfreundlichkeit, Recyclingfähigkeit</li> <li>- Fertigungsgerechte Konstruktion</li> <li>- Kunststoffe hinsichtlich Langlebigkeit auswählen</li> <li>- Beispiele für Kunststoffelemente und deren Bewertung hinsich der Nachhaltigkeit</li> </ul> <p>Es wird auf die Themen Gender und Diversity eingegangen im Hinblick auf die Konsequenzen einer nicht-nachhaltigen Entwicklung. Diese Aspekte werden durch die Studierenden in Form einer Projektarbeit vertieft. In Rollenspielen werden Führungskompetenzen (Projektleitung, Expertenrunden) und die dazugehörigen Soft Skills eingeübt und im Rahmen des Seminars reflektiert.</p> <p>In den Themenbereichen "Kunststoffverarbeitung, Werkzeug- und Formenbau" werden vertiefende Kenntnisse aufbauend auf dem im Bachelorstudium vermittelten Grundlagen auf diesem Gebiet vermittelt. Die Werkzeugtechnik auf dem Gebiet der Umformtechnik innerhalb der Metallverarbeitung wird in der Vielzahl der auf die Verfahrensvarianten beruhenden Ausführungen behandelt. Möglichkeiten und Grenzen werden aufgezeigt. Die Herstellung komplexer Formen mit spanabhebenden Verfahren (5-Achs-Fräsen) und generativer Verfahren (Rapid Prototyping) wird vertieft betrachtet und analysiert. Im Formenbau, speziell im Kunststoffspritzguss, wird die Komplexität der Teilegeometrie mit Schiebern u.ä. Elementen verwirklicht. Wirkmechanismen und deren Funktionen werden erläutert. Heißkanaltechnik und Mehrkomponentenspritzguss sollen die Kenntnisse zum Werkstückspektrum abrunden. Verfahren, Werkzeugmaschine und zugehörige Werkzeuge bzw. Formen bilden ein abgestimmtes System, das bei Einhaltung der Prozessparameter zu den hochkomplexen, multifunktionalen Bauteilen führen. Berechnungsbeispiele runden das Wissen ab. Formen der Kunststoffverarbeitung sind im Stoff eingeschlossen.</p>
Veranstaltungen:	Kunststoffverarbeitung, Werkzeug- und Formenbau; Nachhaltiger Produktlebenszyklus; Nachhaltige Produktion
Lehr- und Lernformen:	V+Ü

Voraussetzungen für die Teilnahme:	Empfohlene Kenntnisse in folgenden Bereichen: a) Einführung in der Fertigungstechnik b) Werkstoffkunde 2 (insbes. Grundlagen Kunststofftechnik und Nachhaltigkeit) c) Umformtechnik + Umformmaschinen d) Zerspanungstechnik + Werkzeugmaschinen
Verwendbarkeit des Moduls:	Das Modul vermittelt vertiefte Kenntnisse im Grundlagen der nachhaltigen Produktentwicklung. Die Inhalte kommen insbesondere im Projekt und in der Masterthesis (je nach Themenstellung) zum Einsatz.
Voraussetzungen Vergabe ECTS:	PA+K30
ECTS-Leistungspunkte:	8
Benotung:	benotet
Arbeitsaufwand:	Es wird von einem Workload von 30 Stunden je ECTS ausgegangen.
Dauer des Moduls:	einsemestrig
Häufigkeit des Angebots:	Nur Wintersemester
Literatur:	Nachhaltige Produktentwicklung und Produktion: Scholz, U. et al.: Praxishandbuch Nachhaltige Produktentwicklung, Springer Gabler, 2018. Brinkmann, T.; Handbuch Produktentwicklung mit Kunststoffen, Hanser, München, 2011, Kirchner, E.: Werkzeuge und Methoden der Produktentwicklung, Springer Vieweg, 2020, Ehrenstein, G.W.; Mit Kunststoffen konstruieren, Hanser Verlag, München, 2011;  Kunststoffverarbeitung, Werkzeug- und Formenbau: Gastrow: Der Spritzgießwerkzeugbau. Hanser Verlag, München. Oehler, Kaiser: Schnitt-, Stanz- und Ziehwerkzeuge. Springer Verlag, Heidelberg.  Finite-Elemente-Analyse in der Produktion: J. Shoemaker: Moldflow Design Guide. Moldflow Corporation; 2006. P. Kennedy, R. Zheng: Flow Analysis of Injection Molds. Hanser; 2013.
Anwesenheitspflicht:	nein

# Kompetenzdimensionen des Moduls Nachhaltiger Produktlebenszyklus

## **Wissen und Verstehen: Vertiefung einzelner Bestandteile des Wissens**

Die Absolventinnen und Absolventen können Produktentstehungsprozesse im Hinblick auf Nachhaltigkeit, Fertigbarkeit und Feldeinsatz in ihren einzelnen Entwicklungsphasen strukturieren. Sie besitzen die nötigen Fach-, und Methodenkenntnisse sowie Soft Skills zur Entwicklung von Produkten und Prozessen. Sie verfügen über vertiefte Kenntnisse der Methoden und Werkzeuge der Nachhaltigkeitsbewertung sowie der Besonderheiten der Konstruktion mit Kunststoffen. Die Absolventinnen und Absolventen können einzelne Polymere hinsichtlich der angestrebten Produktqualität und -lebensdauer, sowie ökonomischer und ökologischer Aspekte klassifizieren. Sie sind in der Lage, diese teilweise gegensätzlichen Forderungen gegenüberzustellen und relevante Auswahlkriterien für Material und Fertigungsprozesse zu anzuwenden.

Die Absolventinnen und Absolventen können Produkte hinsichtlich deren Nachhaltigkeit bewerten, insbesondere beim Einsatz von Kunststoffen. Im Bereich der Kunststoffkonstruktion können die Absolventinnen und Absolventen die anwendungsspezifischen Einsatzmöglichkeiten von Polymeren als Alternative zu anderen Werkstoffen benennen und in der Praxis nutzen. Hierzu analysieren sie die Anforderungen der Applikation (Lastenheft), wählen die relevanten Kriterien aus und leiten hieraus ein Pflichtenheft ab. Sie überprüfen ihre Konstruktionen hinsichtlich thermo-mechanischer Zuverlässigkeit, bewerten die Robustheit des Fertigungsprozesses und ermitteln die ökonomischen und ökologischen Kosten von Material- und Prozessauswahl. Hierfür werden auch Aspekte der recyclinggerechten Produktgestaltung gewichtet.

Die Absolventinnen und Absolventen können Prozesse der Metall- und Kunststoffverarbeitung analysieren. Neben Erarbeiten von Anforderungslisten sind sie in der Lage, Lösungen für spezifische Probleme, wie zum Beispiel Hinterschnitte und andere anspruchsvolle Randbedingungen, zu strukturieren. Sie verfügen hierzu über Fähigkeiten zum zielsicheren Umgang mit Produktionsprozessen. Die Absolventinnen und Absolventen bewerten Betriebsmittel wie Umform- und Spritzguss-Werkzeuge hinsichtlich der Prozesssicherheit anhand der vorn erläuterten Kriterien. Simulationsergebnisse werden auf den Labormaschinen validiert. Hierbei entsteht eine fachliche Sicherheit im Umgang mit den Softwarepaketen und dem Umgang mit den Simulationsergebnissen. Hierbei entsteht ein vertieftes Verständnis zwischen den theoretischen Grundlagen der Berechnung und dem realen Verhalten des Werkstoffs im Betriebsmittel. Im Rahmen der Lehrveranstaltungen beurteilen die Teilnehmer Zielgrößen wie Durchsatz, Werkzeugverschleiß und Materialalterung. Dazu bewerten sie den Einfluss von Prozessparametern wie Schmelz- und Werkzeugtemperatur, Einspritz- und Nachdruckzeit.

## **Einsatz, Anwendung und Erzeugung von Wissen/Kunst: Nutzung und Transfer**

Die Absolventinnen und Absolventen sind in der Lage die einzelnen Aspekte des nachhaltigen Produktlebenszyklus einzuordnen und zu bewerten. Die Erstellung und



Bewertung von Nachhaltigkeitsbilanzen unter Nutzung neuartiger Produktgestaltungsmöglichkeiten (z.B. Additive Fertigung) wird auf hohem technischem Niveau diskutiert.

Die Absolventinnen und Absolventen sind in der Lage, nachhaltige Produkte werkstoffgerecht zu entwickeln und zu konstruieren; sie können Kunststoffbauteile werkstoffgerecht gestalten und dimensionieren. Sie sind in der Lage den Konstruktionsprozess unter Nachhaltigkeitsgesichtspunkten zu planen.

Die Absolventinnen und Absolventen unterscheiden und untersuchen numerische Verfahren hinsichtlich deren Effizienz in der konstruktionsbegleitenden Simulation. Sie analysieren die Auswirkungen unterschiedlicher Material- und Prozessparameter hinsichtlich Ergebnisgrößen wie Fließverhalten, Maßhaltigkeit und Wahl der Produktionsanlage (z.B. Spritzgussanlage).

Die Absolventinnen und Absolventen stellen teilweise gegensätzliche Prozessparameter gegenüber (z.B. Maximierung von Durchsatz und Maßhaltigkeit) und diskutieren Auswirkungen auf Produktqualität und Ökonomie. Darauf basierend konzipieren sie den Fertigungszyklus. Dessen Umsetzung unter Nutzung neuartiger Prozessgestaltungsmöglichkeiten wird auf hohem technischem Niveau diskutiert. Die Absolventinnen und Absolventen sind in der Lage komplexe Prozesse der Produktion zu gestalten und abzusichern.

## **Kommunikation und Kooperation**

Die Absolventinnen und Absolventen diskutieren auf hohem wissenschaftlichem Niveau aktuelle Entwicklungen der nachhaltigen Produktentwicklung, dem zielgerichteten Einsatz neuer und biobasierter Kunststoffe sowie dem Werkzeug- und Formenbau. In Rollenspielen werden kommunikative Fähigkeiten eingeübt, die zur Wahrnehmung von Führungsverantwortung befähigt. Dazugehörigen Soft Skills werden eingeübt und im Rahmen des Seminars reflektiert.

## **Wissenschaftliches / künstlerisches Selbstverständnis und Professionalität**

Absolventinnen und Absolventen

- entwickeln ein berufliches Selbstbild, das sich an Zielen und Standards professionellen Handelns sowohl in der Wissenschaft als auch den Berufsfeldern außerhalb der Wissenschaft orientiert;
- schätzen die eigenen Fähigkeiten ein, nutzen sachbezogene Gestaltungs- und Entscheidungsfreiheiten autonom und entwickeln diese unter Anleitung weiter;
- erkennen situations-adäquat und situations-übergreifend Rahmenbedingungen beruflichen Handelns und reflektieren Entscheidungen verantwortungsethisch;
- begründen das eigene berufliche Handeln mit theoretischem und methodischem Wissen und reflektieren es hinsichtlich alternativer Entwürfe;
- reflektieren kritisch ihr berufliches Handeln in Bezug auf gesellschaftliche Erwartungen und Folgen und entwickeln ihr berufliches Handeln weiter.

## Wahlmodul

Studiengang:	Produktentwicklung im Maschinenbau
Abschlussgrad:	Master of Science (M.Sc.)
Modulnummer:	PEM M09
Modultitel:	Wahlmodul
Modulverantwortliche/r:	Prof. Dr.-Ing. Zerrin Harth
Art des Moduls:	Wahl
Vorlesungssprache:	deutsch
Inhalt des Moduls:	Das Wahlmodul dient der Ergänzung des Curriculums und der individuellen Kompetenzentwicklung.
Veranstaltungen:	Vor Beginn der Vorlesungszeit eines Semesters werden vom zuständigen Prüfungsausschuss mögliche Wahlfächer durch Aushang bekannt gegeben. Darin wird der Name und die Art der Lehrveranstaltung, die Anzahl der SWS und der gewährten ECTS, die Anerkennung als unbenotete Prüfungsleistung oder benotete Prüfungsleistung sowie die Art der Leistung bekannt gegeben.
Lehr- und Lernformen:	§36 Abs.(4)
Voraussetzungen für die Teilnahme:	
Verwendbarkeit des Moduls:	Vertiefung des Wissens und individuelle Schwerpunktsetzung
Voraussetzungen Vergabe ECTS:	§36 Abs.(4)
ECTS-Leistungspunkte:	5
Benotung:	Die Prüfungsform ergibt sich jeweils aus der Modulbeschreibung oder der Liste der Wahlfächer.
Arbeitsaufwand:	Es wird von einem Workload von 30 Stunden je ECTS ausgegangen.
Dauer des Moduls:	einsemestrig
Häufigkeit des Angebots:	Nur Wintersemester
Literatur:	
Anwesenheitspflicht:	nein

## Kompetenzdimensionen des Moduls Wahlmodul

### **Wissen und Verstehen: Vertiefung einzelner Bestandteile des Wissens**

Absolventinnen und Absolventen haben ihr Wissen je nach Neigung vertieft.

### **Einsatz, Anwendung und Erzeugung von Wissen/Kunst:**

### **Kommunikation und Kooperation**

### **Wissenschaftliches / künstlerisches Selbstverständnis und Professionalität**

# Masterthesis

Studiengang:	Produktentwicklung im Maschinenbau
Abschlussgrad:	Master of Science (M.Sc.)
Modulnummer:	PEM M10
Modultitel:	Masterthesis
Modulverantwortliche/r:	Prof. Dr.-Ing. Zerrin Harth
Art des Moduls:	Pflicht
Vorlesungssprache:	deutsch
Inhalt des Moduls:	<p>Die Inhalte sind abhängig von der gestellten Aufgabe und unterliegen einer individuellen Absprache mit dem Betreuer. Generell handelt es sich um theoretische, experimentelle oder konstruktive Arbeiten zur Lösung praxisnaher Problemstellungen mit wissenschaftlichen Methoden.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Selbständige, wissenschaftliche Recherche und Problemanalyse</li><li>- Strukturierung eines Forschungsthemas im wissenschaftlichen Umfeld</li><li>- Selbständige, ergebnisorientierte Bearbeitung auf der Basis wissenschaftlicher Erkenntnisse</li><li>- Beurteilung wissenschaftlicher Erkenntnisse</li><li>- Finden von Problemlösungen auf der Basis der wissenschaftlichen Erkenntnisse</li></ul>
Veranstaltungen:	Master-Thesis
Lehr- und Lernformen:	Wissenschaftliche Arbeit
Voraussetzungen für die Teilnahme:	Kompetenzen aus dem Studium des Studienganges Produktentwicklung im Maschinenbau
Verwendbarkeit des Moduls:	Vertiefung des Wissens und individuelle Schwerpunktsetzung
Voraussetzungen Vergabe ECTS:	Die Master-Thesis wird in der Regel an der Hochschule Ravensburg-Weingarten, kann jedoch auch in Zusammenarbeit mit einem Unternehmen, einer Forschungsinstitution oder an einer Partnerhochschule im Ausland durchgeführt werden. Sie ist in deutscher oder englischer Sprache zu verfassen. Die Einzelthemen stehen im Zusammenhang mit den Inhalten der gewählten Profildirectionen. Nach Abschluss werden die Ergebnisse der Master-Thesis in einer öffentlichen Veranstaltung an der Hochschule Ravensburg-Weingarten präsentiert.
ECTS-Leistungspunkte:	30
Benotung:	benotet
Arbeitsaufwand:	Es wird von einem Workload von 30 Stunden je ECTS ausgegangen.
Dauer des Moduls:	einsemestrig
Häufigkeit des Angebots:	Jedes Semester
Literatur:	
Anwesenheitspflicht:	nein

# Kompetenzdimensionen des Moduls Masterthesis

## **Wissen und Verstehen: Wissensverständnis**

Die Absolventinnen und Absolventen können aktuelle Problemlösungen der industriellen Produktentwicklung sowie aktuelle Forschungsarbeiten in der Produktentwicklung beurteilen. Hierdurch weisen sie die Durchdringung des jeweiligen gestellten Themas nach.

## **Einsatz, Anwendung und Erzeugung von Wissen/Kunst: Wissenschaftliche Innovation**

Die Absolventinnen und Absolventen können aktuelle Problemstellungen und Ansätze der industriellen Produktentwicklung analysieren. Hierdurch weisen sie die Fähigkeit zum selbstständigen Arbeiten entsprechend der Qualifikation eines Master-Abschlusses nach. Die Absolventinnen und Absolventen sind in der Lage, selbstständig Lösungen für komplexe Aufgabenstellungen aus der Produktentwicklung zu erarbeiten. Sie erstellen eine eigenständige schriftliche Ausarbeitung der durchgeführten Arbeiten und stellen die Ergebnisse in einem Kolloquium da. Hierdurch weisen sie die Befähigung zur eigenständigen Bearbeitung einer wissenschaftlichen, praxisnahen Aufgabenstellung in einer vorgegebenen Zeit nach.

## **Kommunikation und Kooperation**

## **Wissenschaftliches / künstlerisches Selbstverständnis und Professionalität**

Druckdatum: 06.02.2025