

UNIVERSITÄT PADERBORN

FAKULTÄT FÜR MASCHINENBAU

MODULHANDBUCH FÜR DEN MASTERSTUDIENGANG ADDITIVE
MANUFACTURING V1

STAND: 3. JULI 2025

Präambel zum Modulhandbuch des Masterstudiengangs Additive Manufacturing V1

Studienaufbau für den Masterstudiengang *Additive Manufacturing*

Semester	4	Masterarbeit 25 LP			
	3	10 Pflichtmodule 51 LP	4 Technische Wahlpflichtmodule 20 LP	Industriepraktikum 12 LP	Studienarbeit 12 LP
	2				
	1				

Folgende Veranstaltungsformen werden angeboten:

Vorlesung: Die Vorlesung dient der Einführung in das Fach und der systematischen Wissensvermittlung in Form von Vorträgen.

Übung: In der Übung wird der Stoff eines Faches anhand von Beispielen vertieft, erläutert und von den Studierenden selbstständig geübt.

Seminar: In einem Seminar wird ein Teilgebiet eines Faches oder mehrerer Fächer von Studierenden und Lehrenden gemeinsam erarbeitet, erweitert und vertieft.

Praktikum: dienen zur Vertiefung der vermittelten Kenntnisse durch Experimente.

Studienverlaufsplan für den Masterstudiengang Additive Manufacturing:

Modul	LP	Lehrveranstaltung	1. Sem.	2. Sem.	3. Sem.	4. Sem.
			Workload / h			
Plastics Technologies in Additive Manufacturing	5	Plastics Technologies in Additive Manufacturing	150			
Materials Science of Metals	5	Materials Science of Metals	150			
3D-Metal Printing	5	3D-Metal Printing	150			
Introduction to Additive Manufacturing & Manufacturing Technology	6	Introduction to Additive Manufacturing & Manufacturing Technology	180			
Materials Science of Plastics	5	Materials Science of Plastics	150			
Powder Technology	5	Powder Technology	150			
Structure Optimization	5	Structure Optimization		150		
Design Rules for Additive Manufacturing	5	Design Rules for Additive Manufacturing		150		
Product Creation	5	Product Creation		150		
Standard Software Application Development	5	Standard Software Application Development			150	
Technisches Wahlpflichtmodul 1	5	Pflichtveranstaltung des Wahlpflichtmoduls		150		
Technisches Wahlpflichtmodul 2	5	Pflichtveranstaltung des Wahlpflichtmoduls			150	
Technisches Wahlpflichtmodul 3	5	Pflichtveranstaltung des Wahlpflichtmoduls			150	
Technisches Wahlpflichtmodul 4	5	Pflichtveranstaltung des Wahlpflichtmoduls				150
Industriepraktikum	12	Fachpraktikum		360		
Studienarbeit	12	Studienarbeit			360	
Abschlussmodul Masterarbeit	25	Schriftliche Masterarbeit				660
		Mündliche Verteidigung				90
Summe Workload / h			930	960	810	900
Summe LP	120		31	32	27	30

Es sind 4 technische Wahlpflichtmodule aus der folgenden Liste zu wählen:

Technische Wahlpflichtmodule
Tooling Technology – Planning, Manufacture, Postprocessing
Design for Additive Manufacturing
3D-Printing of Ceramics
Experimental Methods
Computer Aided Alloy Design
Visualisierung and Industry 4.0
Additive Consulting
Mechanics of Plastics
Recycling of Plastics

Inhaltsverzeichnis

1	Abkürzungsverzeichnis	3
2	Pflichtmodule	4
3	Technische Wahlpflichtmodule	34
4	Industriepraktikum	62
5	Studienarbeit	64
6	Abschlussmodul Masterarbeit	67

1 Abkürzungsverzeichnis

de:	deutsch
en:	englisch
h:	Stunden
LP:	Leistungspunkte bzw. Credits gemäß ECTS (1 LP entspricht einem Arbeitsaufwand von 30 h)
MAP:	Modulabschlussprüfung
min	Minuten
MP:	Modulprüfung
MTP:	Modulteilprüfung
P:	Praktikum
P:	Pflicht
QT:	Qualifizierte Teilnahme
S:	Seminar
Sem.:	Semester
SL:	Studienleistung
SS:	Sommersemester
T:	Tutorium
TN:	Teilnehmer
Ü:	Übung
V:	Vorlesung
WP:	Wahlpflicht
WS:	Wintersemester

2 Pflichtmodule

NEU25 Plastics Technologies in Additive Manufacturing							
Plastics Technologies in Additive Manufacturing							
Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiens.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
M.104.6170	150	5	1.	Wintersemester	1	en	P
1	Modulstruktur:						
	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)	
a)	L.104.42215 NEU25 Plastics Technologies in Additive Manufacturing	V2 Ü2	60	90	P	40	
2	Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls: Keine None						
3	Teilnahmevoraussetzungen: keine / none						
4	Inhalte: <ul style="list-style-type: none"> • Fused Deposition Modeling (FDM) • Kunststoff-Freiformgebung (PF) • Variable Nozzle Fused Granular Fabrication (VFGF) • Selective Laser Sintering (SLS) • MultiJet Fusion (MJF) • Material-Qualifizierung • Verarbeitbarkeit von verschiedenen Kunststoffen • Hochtemperatur-Kunststoffe • Hochgefüllte Kunststoffe • Mechanische Eigenschaften • Nachbearbeitung 						

2 Pflichtmodule

	<ul style="list-style-type: none"> • Fused Deposition Modeling (FDM) • Plastic Freeforming (PF) • Variable Nozzle Fused Granular Fabrication (VFGF) • Selective Laser Sintering (SLS) • MultiJet Fusion (MJF) • Material qualification • Processability of different plastics • High temperature plastics • Highly filled plastics • Mechanical properties • Post-processing 								
5	<p>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:</p> <p>Nach dem Besuch des Kurses sind die Studierenden in der Lage eine für ihre Anwendung geeignete additive Fertigungstechnologie für Kunststoffe unter Berücksichtigung der grundsätzlichen Verarbeitbarkeit verschiedener Materialien (Hochtemperatur, teilkristallin, amorph, hochgefüllt) auszuwählen. Außerdem können die Studierenden die erreichbaren mechanischen Eigenschaften von additiv gefertigten Bauteilen beurteilen und sich für eine geeignete Nachbearbeitungsoption entscheiden.</p> <p>After attending the course, they will be able to choose a suitable plastic additive manufacturing technology for their application under consideration of the basic processability of different materials (high temperature, semi-crystalline, amorphous, highly filled). Also, the students will be able to assess the achievable mechanical properties of additively manufactured components and decide on an appropriate post-processing option.</p>								
6	<p>Prüfungsleistung:</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP) <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP) <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">zu</th> <th style="width: 50%;">Prüfungsform</th> <th style="width: 20%;">Dauer bzw. Umfang</th> <th style="width: 20%;">Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">a)</td> <td>Klausur oder mündliche Prüfung</td> <td style="text-align: center;">90 - 120 Minuten oder 45 - 60 Minuten</td> <td style="text-align: center;">100%</td> </tr> </tbody> </table>	zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote	a)	Klausur oder mündliche Prüfung	90 - 120 Minuten oder 45 - 60 Minuten	100%
zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote						
a)	Klausur oder mündliche Prüfung	90 - 120 Minuten oder 45 - 60 Minuten	100%						
7	<p>Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:</p> <p>keine / none</p>								
8	<p>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:</p> <p>Keine None</p>								
9	<p>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten:</p> <p>Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist. The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.</p>								

2 Pflichtmodule

10	Gewichtung für Gesamtnote: Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor 1). The module is weighted according to the number of credits (factor 1).
11	Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen: Masterstudiengang Chemieingenieurwesen V3, Masterstudiengang Nachhaltiger Maschinenbau V1, Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau V4
12	Modulbeauftragte/r: Prof. Dr.-Ing. Elmar Moritzer
13	Sonstige Hinweise: Keine None

2 Pflichtmodule

NEU25 Materials Science of Metals							
Materials Science of Metals							
Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiens.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
M.104.6171	150	5	1.	Wintersemester	1	en	P
1	Modulstruktur:						
	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)	
a)	L.104.23275 NEU25 Materials Science of Metals	V2 Ü2	60	90	P	40	
2	Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls: Keine None						
3	Teilnahmevoraussetzungen: Keine None						
4	Inhalte: <ul style="list-style-type: none"> • Fundamentals of materials testing • solidification • additive manufacturing • crystalline and amorphous structure of metals • lattice defects • microstructure • mechanical properties • alloy theory • changes in the state of pure metals • steel • steel production • non-ferrous metals • recovery and recrystallization behavior • fundamentals of heat treatment 						
5	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen: Students acquire knowledge about the structure of metals, in particular the relationship between the microstructure and the resulting mechanical properties. They also acquire the ability to find a suitable method for influencing the microstructures to set the desired mechanical properties and knowledge of the test methods for characterizing these component properties.						

2 Pflichtmodule

6	Prüfungsleistung: <input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP) <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP) <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)		
zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote
a)	Klausur oder mündliche Prüfung	90 - 120 Minuten oder 45 - 60 Minuten	100%
7	Studienleistung / qualifizierte Teilnahme: keine / none		
8	Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen: Keine None		
9	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten: Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist. The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.		
10	Gewichtung für Gesamtnote: Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor 1). The module is weighted according to the number of credits (factor 1).		
11	Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen: keine		
12	Modulbeauftragte/r: Prof. Mirko Schaper		
13	Sonstige Hinweise: Keine None		

2 Pflichtmodule

NEU25 3D-Metal Printing							
3D-Metal Printing							
Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiens.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
M.104.6172	150	5	1.	Wintersemester	1	en	P
1	Modulstruktur:						
	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)	
	a) L.104.25235 NEU25 3D-Metal Printing	V2 Ü2	60	90	P	40	
2	Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:						
	None						
3	Teilnahmevoraussetzungen:						
	Keine speziellen Voraussetzungen, jedoch sind Grundkenntnisse in Materialwissenschaften & Produktionstechnik von Vorteil.						
	No special requirements, but basic knowledge of materials science and production technology is an advantage.						
4	Inhalte:						
	<p>Dieses Modul bietet eine umfassende Einführung in die maschinen- und prozesseitige metallische 3D-Drucktechnologie. Die Studierenden erwerben tiefgehende Kenntnisse über die Prozesskette verschiedener metallischer 3D-Druckverfahren wie Selektives Laserschmelzen (SLM) und Directed Energy Deposition (DED), um ein fundiertes Verständnis für deren Anwendungsgebiete, Funktionsweisen zu entwickeln. Ein weiterer wesentlicher Punkt ist die Auswahl des richtigen Werkstoffs für die Prozesse. Dabei werden nicht nur Kriterien wie Materialeigenschaften und -kompatibilität berücksichtigt, sondern auch deren Umweltbilanz und Recyclingfähigkeit, und im Kontext von Prozessstabilität, Bauteilqualität und Kosten bewertet, um optimale und nachhaltige Ergebnisse in Bezug auf Qualität und Anwendung zu gewährleisten. Neben der Vorstellung der physischen Prozesskette des 3D-Metal-Printings liegt ein weiterer Schwerpunkt der Veranstaltung in der Betrachtung des digitalen Abbilds des Prozesses. Die Vorstellung und Anwendung definierter Methoden zur Modellierung und Optimierung von 3D-Druckprozessen ist ein weiterer bedeutender Aspekt des Moduls. Die Studierenden werden befähigt, komplexe Bauteile zu erstellen und Druckprozesse unter Berücksichtigung verschiedener Parameter und ökologischer Aspekte zu optimieren, um effiziente und präzise Ergebnisse zu erzielen. Anschließend werden die Studierenden Fertigkeiten zur Fehlererkennung und Qualitätskontrolle bei metallischen 3D-Druckteilen und - Prozessen erwerben. Durch praxisnahe Übungen werden sie befähigt, potenzielle Fehlerquellen zu identifizieren und Strategien zur Gewährleistung und Sicherung der Druckqualität zu entwickeln. Prozessvorteile aber auch Prozessgrenzen können so herausgearbeitet und verstanden werden. Die Studierenden haben zudem die Möglichkeit, Fallstudien und aktuelle Entwicklungen in der metallischen 3D-Druckindustrie zu analysieren. Dabei werden insbesondere Kosten-Nutzen-Abwägungen, die ökologische Effizienz der 3D-Druckverfahren im Vergleich zu konventionellen Methoden und die Möglichkeiten einer nachhaltigen Produktion hervorgehoben.</p>						

2 Pflichtmodule

This module provides a comprehensive introduction to machine and process-side metallic 3D printing technology. Students acquire in-depth knowledge of the process chain of various metallic 3D printing processes such as selective laser melting (SLM) and directed energy deposition (DED) in order to develop a sound understanding of their areas of application and modes of operation. Another important point is the selection of the right material for the processes. Here, not only criteria such as material properties and compatibility are taken into account, but also their environmental balance and recyclability, and evaluated in the context of process stability, component quality and costs in order to ensure optimal and sustainable results in terms of quality and application. In addition to presenting the physical process chain of 3D metal printing, the event will also focus on the digital image of the process. The presentation and application of defined methods for modelling and optimizing 3D printing processes is another important aspect of the module. Students will be able to create complex components and optimize printing processes taking into account various parameters and ecological aspects in order to achieve efficient and precise results. Students will be able to create complex components and optimize printing processes taking into account various parameters and ecological aspects in order to achieve efficient and precise results. Students will then acquire skills in defect detection and quality control for metal 3D printed parts and processes. Practical exercises will enable them to identify potential sources of errors and develop strategies to guarantee and ensure print quality. Process advantages as well as process limitations can thus be worked out and understood. Students also have the opportunity to analyze case studies and current developments in the metal 3D printing industry. In particular, cost-benefit considerations, the ecological efficiency of 3D printing processes compared to conventional methods and the possibilities of sustainable production are emphasized. further investigations are necessary to unfold the full potential of flake laminates for molding and other processes.

5 **Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:**

- Verständnis der Maschinen- und Prozessprinzipien der metallischen 3D-Drucktechnologie.
 - Kenntnisse über die verschiedenen metallischen 3D-Druckverfahren (SLM, DED, ...)
 - Fähigkeit zur Auswahl geeigneter Metallwerkstoffe für den 3D-Druck.
 - Anwendung im Bereich Modellierung und Optimierung von metallischen 3D-Druckprozessen.
 - Erwerb von Fertigkeiten zur Fehlererkennung und Qualitätskontrolle bei metallischen 3D-Druckteilen.
 - Analyse von Fallstudien und aktuellen Entwicklungen in der metallischen 3D-Druckindustrie.
 - Fähigkeit zur Bewertung und Umsetzung zirkulärer Wertschöpfungsketten in der Werkstoffauswahl, Prozessgestaltung und Abfallreduktion für eine ressourcenschonende Produktion.
-
- Understanding of the machine and process principles of metallic 3D printing technology.
 - Knowledge of the various 3D metal printing processes (SLM, DED, ...)
 - Ability to select suitable metal materials for 3D printing.
 - Application in the field of modelling and optimization of metallic 3D printing processes.
 - Acquire skills in defect detection and quality control of metal 3D printed parts.
 - Analyze case studies and current developments in the metal 3D printing industry.
 - Ability to evaluate and implement circular value chains in material selection, process design and waste reduction for resource-saving production.

2 Pflichtmodule

6	Prüfungsleistung: <input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP) <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP) <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)		
zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote
a)	Klausur oder mündliche Prüfung	90 - 120 Minuten oder 45 - 60 Minuten	100%
7	Studienleistung / qualifizierte Teilnahme: keine / none		
8	Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen: Keine None		
9	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten: Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist. The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.		
10	Gewichtung für Gesamtnote: Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor 1). The module is weighted according to the number of credits (factor 1).		
11	Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen: keine		
12	Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Thomas Tröster		
13	Sonstige Hinweise: Keine None		

2 Pflichtmodule

NEU25 Introduction to Additive Manufacturing & Manufacturing Technology							
Introduction to Additive Manufacturing & Manufacturing Technology							
Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiens.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
M.104.6173	180	6	1.	Wintersemester	1	en	P
1	Modulstruktur:						
	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)	
a)	L.104.32234 NEU25 Introduction to Additive Manufacturing & Manufacturing Technology	V3 Ü2	75	105	P	40	
2	Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls: Keine None						
3	Teilnahmevoraussetzungen: keine / none						

4

Inhalte:

1. Grundlagen der Additiven Fertigung

- Klassierung von verschiedenen Verfahren
- Prinzipielle Prozesskette bei der AF
- Vor- und Nachteile der Additiven Fertigung

2. Übersicht der wichtigsten additiven Fertigungsverfahren 2.1 Polymerwerkstoffe

- Extrusionsverfahren
- Pulverbettverfahren
- Lithographieverfahren 2.2 Metallische Werkstoffe
- Laserstrahlschmelzen
- Elektronenstrahlschmelzen
- Direct Metal Deposition

3. Einteilung der Fertigungsverfahren

4. Urformverfahren

5. Trennende Fertigungsverfahren

- Spanen mit geometrisch bestimmter Schneide
- Spanen mit geometrisch unbestimmter Schneide

6. Umformende Fertigungsverfahren

- Grundlagen der Umformtechnik
- Massivumformverfahren
- Blechumformung

2 Pflichtmodule

	<ol style="list-style-type: none">1. basics of additive manufacturing<ul style="list-style-type: none">• Classification of different processes• Basic process chain for AM• Advantages and disadvantages of additive manufacturing2. Overview of the most important additive manufacturing processes 2.1 Polymer materials<ul style="list-style-type: none">• Extrusion process• Powder bed process• Lithography process 2.2 Metallic materials<ul style="list-style-type: none">• Laser beam melting• Electron beam melting• Direct metal deposition3. Classification of manufacturing processes4. primary forming processes5. separating manufacturing processes<ul style="list-style-type: none">• Cutting with geometrically defined cutting edge• Machining with geometrically indeterminate cutting edge6. Forming manufacturing processes<ul style="list-style-type: none">• Fundamentals of forming technology• Solid forming processes• Sheet metal forming
5	<p>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:</p> <p>Die Studierenden kennen die Grundlagen der Additiven Fertigung sowie die wichtigsten Verfahrensprinzipien und können diese erläutern. Sie können die Vor- und Nachteile der verschiedenen Additiven Fertigungsverfahren im Vergleich zu konventionellen Fertigungsverfahren einordnen und diskutieren. Die Studierenden verfügen über das Grundwissen zu die spanenden, umformenden und fügenden Fertigungsverfahren und sind in der Lage die grundlegenden Eigenschaften wie die Fertigungsgenauigkeit bzw. Oberflächengüte von Fertigungsprozessen einzuordnen. Sie kennen begriffliche und theoretische Grundlagen sowie Zusammenhängen der Fertigungstechnik, um übergreifende Problemstellungen zu verstehen. Auf dieser Basis können die Studierenden geeignete Fertigungsverfahren der gesetzten Anforderungen an ein herzustellendes Produkt, insbesondere vor dem Hintergrund der Nachhaltigkeit, auswählen und erläutern.</p>

2 Pflichtmodule

6	Prüfungsleistung: <input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP) <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP) <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)		
zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote
a)	Klausur oder mündliche Prüfung	120 - 150 Minuten oder 45 - 60 Minuten	100%
7	Studienleistung / qualifizierte Teilnahme: keine / none		
8	Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen: None		
9	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten: Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist. The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.		
10	Gewichtung für Gesamtnote: Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor 1). The module is weighted according to the number of credits (factor 1).		
11	Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen: keine		
12	Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Hans-Joachim Schmid, Prof. Dr.-Ing. Werner Homberg		
13	Sonstige Hinweise: Keine None		

2 Pflichtmodule

NEU25 Materials Science of Plastics							
Materials Science of Plastics							
Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiens.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
M.104.6174	150	5	1.	Sommersemester 1		en	P
1	Modulstruktur:						
	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)	
	a) L.104.42245 NEU25 Materials Science of Plastics	V2 Ü2	60	90	P	40	
2	Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:						
	Keine None						
3	Teilnahmevoraussetzungen:						
	keine / none						
4	Inhalte:						
	<p>Ein tiefes Verständnis der strukturellen Eigenschaften von Makromolekülen und Polymeren ist entscheidend für die Entwicklung moderner, leistungsfähiger Kunststoffanwendungen. Die Modifikation von Kunststoffen ermöglicht es, deren Eigenschaften an moderne Anforderungen anzupassen, insbesondere im Hinblick auf Effizienz und Leistungsfähigkeit. Die thermischen Vorgänge des Aufschmelzens und Abkühlens beeinflussen die Materialstruktur und werden in ihrer Bedeutung für die Verarbeitung und Anwendung untersucht. Mechanische und physikalische Eigenschaften fester Kunststoffe stehen dabei im Fokus, um ihre Einsatzmöglichkeiten umfassend zu verstehen. Zudem werden Aspekte der Materialschädigung, Recycling und Kreislaufwirtschaft thematisiert, um die langfristige Nachhaltigkeit und Wiederverwertbarkeit von Kunststoffen zu fördern. Abschließend bietet die Betrachtung der Werkstoffauswahl einen Überblick über die vielfältigen Anwendungsbereiche und deren spezifische Anforderungen. Daraus ergeben sich folgende Themen für diese Vorlesung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Strukturelle Eigenschaften von Makromolekülen und Polymeren • Modifikation von Kunststoffen, unter Berücksichtigung moderner Anforderungen an Effizienz und Nachhaltigkeit • Aufschmelzen und Abkühlen von Kunststoffen • Mechanische Eigenschaften von festen Kunststoffen • Diverse physikalische Eigenschaften von festen Kunststoffen • Materialschädigung, Recycling und Aspekte der Kreislaufwirtschaft • Anwendungsbereiche und Werkstoffauswahl 						

2 Pflichtmodule

	<p>A deep understanding of the structural properties of macromolecules and polymers is crucial for the development of modern, high-performance plastic applications. The modification of plastics makes it possible to adapt their properties to modern requirements, particularly with regard to efficiency and performance. The thermal processes of melting and cooling influence the material structure and are analysed in terms of their significance for processing and application. The focus is on the mechanical and physical properties of solid plastics in order to gain a comprehensive understanding of their potential applications. Aspects of material damage, recycling and the circular economy are also addressed in order to promote the long-term sustainability and recyclability of plastics. Finally, the consideration of material selection provides an overview of the diverse areas of application and their specific requirements. This results in the following topics for this course:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Structural properties of macromolecules and polymers • Modification of plastics, taking into account modern requirements for efficiency and sustainability • Melting and cooling of plastics • Mechanical properties of solid plastics • Various physical properties of solid plastics • Material degradation, recycling and aspects of the circular economy • Application areas and material selection 								
5	<p>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:</p> <p>Nach dem Besuch des Kurses sind die Studierenden in der Lage das mechanische Werkstoffverhalten von Kunststoffen unter Berücksichtigung der Einsatzbedingungen, des Werkstofftyps und der Werkstoffherstellung zu beurteilen, um eine geeignete Werkstoffauswahl in der Konstruktion treffen zu können.</p> <p>After attending the course, they will be able to assess the mechanical material behavior of plastics, taking into account the conditions of use, the material type and the material production, in order to be able to make a suitable material selection in design.</p>								
6	<p>Prüfungsleistung:</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP) <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP) <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 5%;">zu</th> <th style="width: 55%;">Prüfungsform</th> <th style="width: 20%;">Dauer bzw. Umfang</th> <th style="width: 20%;">Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">a)</td> <td>Klausur oder mündliche Prüfung</td> <td style="text-align: center;">90 - 120 Minuten oder 45 - 60 Minuten</td> <td style="text-align: center;">100%</td> </tr> </tbody> </table>	zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote	a)	Klausur oder mündliche Prüfung	90 - 120 Minuten oder 45 - 60 Minuten	100%
zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote						
a)	Klausur oder mündliche Prüfung	90 - 120 Minuten oder 45 - 60 Minuten	100%						
7	<p>Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:</p> <p>keine / none</p>								
8	<p>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:</p> <p>Keine None</p>								
9	<p>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten:</p> <p>Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist. The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.</p>								

2 Pflichtmodule

10	Gewichtung für Gesamtnote: Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor 1). The module is weighted according to the number of credits (factor 1).
11	Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen: keine
12	Modulbeauftragte/r: Dr.-Ing. Florian Brüning, Prof. Dr.-Ing. Elmar Moritzer
13	Sonstige Hinweise: Keine None

2 Pflichtmodule

NEU25 Powder Technology							
Powder Technology							
Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiens.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
M.104.6175	150	5	1.	Wintersemester	1	en	P
1	Modulstruktur:						
	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)	
	a) L.104.32217 NEU25 Powder Technology	V2 Ü2	60	90		40	
2	Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:						
	Keine None						
3	Teilnahmevoraussetzungen:						
	keine / none						
4	Inhalte:						
	<p>In der Veranstaltung Powder Technology werden die, für die additive Fertigung notwendigen Grundlagen im Umgang mit Pulvermaterialien behandelt. Es werden sowohl Grundlagen als auch Anwendungen und Messmethoden vorgestellt, welche für ein effizientes Pulverhandling notwendig sind. Die Vorlesung beschäftigt sich beispielsweise mit den Themenbereichen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Partikelcharakterisierung (Größe, Form, Verteilung) • Messtechnik (Bildanalyse, Laserbeugung, Siebanalyse, Ringschergerät, Hausnerfaktor, etc.) • Haftkräfte • Schüttgutmechanik (Kontinuumseigenschaften vs Einzelpartikel) • Grundlagen der Filtration (Abscheidung, Luftreinheit) • Förderung • Pulverherstellung (Metall und Kunststoff) • Siebung 						

2 Pflichtmodule

	<p>The Powder Technology course covers the basics of handling powder materials required for additive manufacturing. The fundamentals as well as applications and measurement methods that are necessary for efficient powder handling are presented. The lecture deals, for example, with the following topics</p> <ul style="list-style-type: none"> • Particle characterisation (size, shape, distribution) • Measurement technology (image analysis, laser diffraction, sieve analysis, ring shear device, Hausner factor, etc.) • adhesive forces • Bulk solids mechanics (continuum properties vs. individual particles) • Basics of filtration (separation, air purity) • Conveying • Powder production (metal and plastic) • sieving 								
5	<p>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:</p> <p>Die Studierenden verstehen die Messtechniken im Pulverbereich und können die Ergebnisse sicher interpretieren. Sie verstehen das Zusammenspiel einzelner Partikeln und können das Bulkverhalten verstehen und vorhersagen. Sie können relevante Pulvereigenschaften für die additive Fertigung identifizieren und Pulver entsprechend charakterisieren.</p> <p>Students understand the measurement techniques in the powder area and can interpret the results reliably. They understand the interaction of individual particles and can predict bulk behaviour. They can identify relevant powder properties for additive manufacturing and characterise powders accordingly.</p>								
6	<p>Prüfungsleistung:</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP) <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP) <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">zu</th> <th style="width: 50%;">Prüfungsform</th> <th style="width: 20%;">Dauer bzw. Umfang</th> <th style="width: 20%;">Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">a)</td> <td>Klausur oder mündliche Prüfung</td> <td style="text-align: center;">120 - 150 Minuten oder 45 - 60 Minuten</td> <td style="text-align: center;">100%</td> </tr> </tbody> </table>	zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote	a)	Klausur oder mündliche Prüfung	120 - 150 Minuten oder 45 - 60 Minuten	100%
zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote						
a)	Klausur oder mündliche Prüfung	120 - 150 Minuten oder 45 - 60 Minuten	100%						
7	<p>Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:</p> <p>keine / none</p>								
8	<p>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:</p> <p>Keine None</p>								
9	<p>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten:</p> <p>Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist. The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.</p>								
10	<p>Gewichtung für Gesamtnote:</p> <p>Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor 1). The module is weighted according to the number of credits (factor 1).</p>								

2 Pflichtmodule

11	Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen: keine
12	Modulbeauftragte/r: Dr.-Ing. Steffen Jesinghausen, Prof. Dr. Hans-Joachim Schmid
13	Sonstige Hinweise: Keine None

2 Pflichtmodule

NEU25 Structure Optimization							
Structure Optimization							
Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiens.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
M.104.6176	150	5	2.	Sommersemester 1	1	en	P
1	Modulstruktur:						
	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)	
a)	L.104.11280 NEU25 Structure Optimization	V2 Ü2	60	90	P	40	
2	Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls: Keine None						
3	Teilnahmevoraussetzungen: keine / none						
4	Inhalte: Structural optimization systematically explores how materials can be efficiently utilized and their performance enhanced. This scientific approach enables the creation of resource-efficient innovations and lays the foundation for technological progress. Within the lecture, the following topics will be covered: <ul style="list-style-type: none"> • Basics of CAD Modeling • Fundamentals of Optimization • Optimization Methods • Simulation-based Optimization • Parameter Optimization and Design-of-Experiments • Optimization Algorithms • Application of Optimization in Practice • Software Support for Structural Optimization • Sustainable and efficient optimization algorithms 						
5	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen: In the context of sustainable and resource-efficient development, structural optimizations are a prevalent method for realizing these ambitions. Therefore, students will be provided with the mathematical background and practical guidance for applying various optimization methods and algorithms, transforming theoretical knowledge into practical skills. Upon completion of the course, students will be able to:						

2 Pflichtmodule

	<ul style="list-style-type: none"> • Construct optimization models in CAD, focusing on geometry preparation • Make informed decisions on the suitability of different optimization methods for various problems • Analyze and discuss results based on the assumptions made • Familiarize themselves with various commercial software tools to apply the theoretically conveyed concepts in practice. 								
6	<p>Prüfungsleistung:</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP) <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP) <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">zu</th> <th style="width: 50%;">Prüfungsform</th> <th style="width: 20%;">Dauer bzw. Umfang</th> <th style="width: 20%;">Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a)</td> <td>Klausur oder mündliche Prüfung</td> <td>90 - 120 Minuten oder 45 - 60 Minuten</td> <td>100%</td> </tr> </tbody> </table>	zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote	a)	Klausur oder mündliche Prüfung	90 - 120 Minuten oder 45 - 60 Minuten	100%
zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote						
a)	Klausur oder mündliche Prüfung	90 - 120 Minuten oder 45 - 60 Minuten	100%						
7	<p>Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:</p> <p>keine / none</p>								
8	<p>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:</p> <p>Keine None</p>								
9	<p>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten:</p> <p>Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist. The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.</p>								
10	<p>Gewichtung für Gesamtnote:</p> <p>Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor 1). The module is weighted according to the number of credits (factor 1).</p>								
11	<p>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:</p> <p>keine</p>								
12	<p>Modulbeauftragte/r:</p> <p>Prof. Dr. Iryna Mozgova</p>								
13	<p>Sonstige Hinweise:</p> <p>Keine None</p>								

2 Pflichtmodule

NEU25 Design Rules for Additive Manufacturing							
Design Rules for Additive Manufacturing							
Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiens.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
M.104.6177	150	5	2.	Sommersemester 1		en	P
1	Modulstruktur:						
	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)	
	a) L.104.14242 NEU25 Design Rules for Additive Manufacturing	V3	45	105	P	40	
2	Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:						
	Keine None						
3	Teilnahmevoraussetzungen:						
	keine / none						
4	Inhalte:						
	<p>In der Vorlesung werden die gestalterischen Freiheiten und Restriktionen der additiven Fertigung anhand der individuellen Verfahrenscharakteristika beschrieben. Es werden notwendige Methoden zur systematischen Erarbeitung von Konstruktionsrichtlinien für die additive Fertigung erläutert und anhand von Anwendungsbeispielen vertieft. Die Konstruktionsrichtlinien beziehen sich dabei auf folgende gestalterische Aspekte innerhalb der Entwurfsphase:</p> <ul style="list-style-type: none"> • fertigungsgerechte Gestaltung • stützmaterialgerechte Gestaltung • nachbearbeitungsgerechte Gestaltung • abweichungsgerechte Gestaltung Die Anwendung von Konstruktionsrichtlinien für additive Fertigungsverfahren trägt erheblich zur Nachhaltigkeit bei, indem sie konsequent den Materialverbrauch reduziert, Energie spart, die Lebensdauer von Produkten verlängert, den Transportaufwand minimiert und den Einsatz umweltfreundlicherer Materialien fördert. Diese Vorteile unterstützen nicht nur die Umwelt, sondern auch wirtschaftliche Aspekte, indem sie die Produktlebenskosten senken und die Ressourceneffizienz steigern. Der Kurs konzentriert sich auf die drei additiven Fertigungsverfahren: Laser Powder Bed Fusion (LPBF), Selective Laser Sintering (SLS) und Fused Deposition Modeling (FDM). 						

2 Pflichtmodule

	<p>The lecture describes the design freedoms and restrictions of additive manufacturing based on the individual process characteristics. Necessary methods for the systematical development of design rules for additive manufacturing are explained and deepened using application examples. The design guidelines relate to the following design aspects:</p> <ul style="list-style-type: none"> • production-orientated design • design suitable for the support material • design for post-processing • design for accuracy The application of design rules for additive manufacturing significantly contributes to sustainability by reducing material consumption, saving energy, extending product life cycle, minimizing transport issues, and promoting the use of more environmentally friendly materials. These advantages not only benefit the environment but also support economic aspects by lowering production costs and increasing resource efficiency. The lecture focuses on the following additive manufacturing processes: Laser Powder Bed Fusion (LPBF), Selective Laser Sintering (SLS) and Fused Deposition Modelling (FDM). 								
5	<p>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:</p> <p>Den Studierenden sind die gestalterischen Vor- und Nachteile der additiven Fertigungsverfahren bekannt und können diese anhand der Konstruktionsrichtlinien erläutern. Sie können die Vorgehensweise zur Erarbeitung von Konstruktionsrichtlinien nachvollziehen. Weitergehend verstehen Sie die Notwendigkeit der Einhaltung dieser Regeln für eine robuste Fertigung und können die Konsequenzen der Nichteinhaltung für die Fertigung und Anwendung abschätzen. Die Studierenden sind durch die Anwendung der Regeln in der Lage, bestehende Konstruktionen zu bewerten und ggfs. zu optimieren oder ein bestehendes konstruktives Problem selbstständig und effizienter, nachhaltiger sowie langfristiger zu lösen. Durch diese Kompetenz können Studierende Bauteile in allen Entwurfsphasen sicher weiterentwickeln und nachhaltig für die additive Fertigung auslegen.</p> <p>Students are familiar with the design advantages and disadvantages of additive manufacturing processes and can explain these using the design rules. They understand the procedure for developing design rules. Furthermore, they create the connection between the necessity of adhering to these rules for robust production and the consequences of non-compliance for production and application. By applying the rules, students are able to evaluate existing designs and, if necessary, optimize them or independently solve an existing design problem more efficiently, sustainably, and with a focus on longer lifetime. This competence enables students to safely develop components in all design phases and design them sustainably for additive manufacturing.</p>								
6	<p>Prüfungsleistung:</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP) <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP) <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 5%;">zu</th> <th style="width: 55%;">Prüfungsform</th> <th style="width: 20%;">Dauer bzw. Umfang</th> <th style="width: 20%;">Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">a)</td> <td>Klausur oder mündliche Prüfung</td> <td style="text-align: center;">90 - 120 Minuten oder 45 - 60 Minuten</td> <td style="text-align: center;">100%</td> </tr> </tbody> </table>	zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote	a)	Klausur oder mündliche Prüfung	90 - 120 Minuten oder 45 - 60 Minuten	100%
zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote						
a)	Klausur oder mündliche Prüfung	90 - 120 Minuten oder 45 - 60 Minuten	100%						
7	<p>Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:</p> <p>keine / none</p>								
8	<p>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:</p> <p>Keine None</p>								

2 Pflichtmodule

9	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten: Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist. The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.
10	Gewichtung für Gesamtnote: Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor 1). The module is weighted according to the number of credits (factor 1).
11	Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen: keine
12	Modulbeauftragte/r: Balázs Magyar
13	Sonstige Hinweise: Keine None

2 Pflichtmodule

NEU25 Product Creation							
Product Creation							
Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiens.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
M.104.6178	150	5	2.	Sommersemester 1		en	P
1	Modulstruktur:						
	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)	
a)	L.104.51255 NEU25 Product Creation	V2 Ü2	60	90	P	40	
2	Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls: Keine None						
3	Teilnahmevoraussetzungen: keine / none						

4

Inhalte:

Der Markterfolg innovativer und nachhaltiger Produkte basiert auf Exzellenz in der Produktentstehung. Die Produktentstehung umfasst die strategische Produktplanung, die Produktentwicklung, die Realisierung sowie eine durchgängige informationstechnische Unterstützung, die Digitale und Virtuelle Produktentstehung. Der Produktentstehungsprozess reicht somit von der strategischen Geschäftsfeldplanung bis zum Markteintritt und gewinnt insbesondere vor dem Hintergrund der sich vollziehenden digitalen Transformation und der Notwendigkeit der Entwicklung nachhaltiger Produkte – im Sinne der Kreislaufwirtschaft – an Bedeutung. Zur Effektivitäts- und Effizienzsteigerung in der interdisziplinären Produktentstehung werden anhand eines Produktentstehungssystems Wertesysteme, Gestaltungsprinzipien, Methoden und Werkzeuge vorgestellt und angewendet. Die Studierenden werden hiermit in die Lage versetzt, Produktentstehungsprozesse unterschiedlicher Branchen hinsichtlich Verbesserungspotenzialen zu analysieren und darauf aufbauend Konzepte zur Reorganisation zu entwickeln, die eine Umstellung auf Kreislaufwirtschaft und nachhaltige Produktentstehung mit sich bringt. Das Modul Produktentstehung gibt einen vertieften Einblick in den Produktentstehungsprozess.

Inhalte der Lehrveranstaltung Produktentstehung:

- Kreislaufwirtschaft und nachhaltige Produktentstehung
- Strategische Planung
- Innovationsmanagement und -bewertung
- Methoden der Vorausschau
- Ansätze zur Strategieentwicklung
- Geschäftsmodellgestaltung und Produkt-Service Systeme
- Strategieumsetzung und Change Management
- Entwicklungsmethodiken (VDI 2221, VDI/VDE 2206:2021)
- Value Management
- Systems Engineering
- Anforderungsentwicklung
- Design for X
- Planung und Durchführung der Eigenschaftsabsicherung
- Komplexitätsbeherrschung mit Design Structure Matrizen
- Klassische und Agile Projektorganisation
- Product Lifecycle Management
- Digitale und Virtuelle Produktentstehung
- Prozessplanung und Realisierung
- Ressourceneffizienz durch Lean Manufacturing

2 Pflichtmodule

The market success of innovative and sustainable products is based on excellence in product creation. Product creation encompasses strategic product planning, innovation management, product engineering, production preparation and continuous information technology support, digital and virtual engineering. The product creation process thus ranges from strategic business field planning to market entry and is becoming increasingly important, especially in the context of the ongoing digital transformation and the need to develop sustainable products – in the sense of a circular economy. To increase effectiveness and efficiency in interdisciplinary product engineering, the value system, design principles, methods and tools are presented and applied on the basis of a product engineering system. This enables students to analyse product creation processes in different sectors with regard to potential for improvement and to develop concepts for reorganisation based on this. The module Product Creation provides an in-depth insight into the product creation process, that a conversion to a circular economy and sustainable product development entails. The first part focuses on the development of strategies and business models and the second section on development management.

Contents of the course product creation:

- Circular Economy and sustainable product engineering
- Strategic planning
- Innovation management and evaluation
- Methods of foresight
- Approaches to strategy development
- Business model design and product-service systems
- Strategy implementation and change management
- Engineering methodologies (VDI 2221, VDI/VDE 2206:2021)
- Value management
- Systems Engineering
- Requirements Engineering
- Design for X
- Planning and implementation of property validation
- Mastering complexity with design structure matrices
- Classic and agile project organisation
- Product lifecycle management
- Digital and Virtual Product Creation
- Process planning and realisation
- Resource efficiency through lean manufacturing

2 Pflichtmodule

5	<p>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:</p> <p>Nach Abschluss der Veranstaltung PE sind die Studierenden in der Lage, die Auswirkungen der Kreislaufwirtschaft auf die Produktentstehung zu erfassen, deren Auswirkungen auf den Produktlebenszyklus und Geschäftsmodelle abzuleiten und ihre Voraussetzungen für eine ressourcenschonende Wertschöpfung zu erläutern. Märkte und Geschäftsmodelle können anhand generischer Modelle bewertet werden. Die Studierenden kennen das theoretische Rahmenwerk von Innovationen und sind in der Lage, dieses auf neue Inhalte im Sinne der Kreislaufwirtschaft anzuwenden. Sie wenden Methoden der Vorausschau selbstständig an und grenzen existierende Strategien von Unternehmen voneinander ab und analysieren die Unterschiede. Abhängig von Einsatzkriterien wählen sie geeignete Methoden und Vorgehensweisen der Produktentwicklung aus und wenden diese auf ingenieurwissenschaftliche Problemstellungen an. In Summe werden sie befähigt, ausgewählte Methoden und Vorgehensweisen der Produktentstehung auf neue Sachverhalte anzuwenden. Die Studierenden kennen Ansätze der Anforderungsentwicklung, des Design for X (z.B. Design for Recycling oder Design for Ergonomics), des Systems Engineering und des Komplexitätsmanagement und sind in der Lage, diese anzuwenden. Die Studierenden bearbeiten selbstständig Aufgaben auf Basis der vermittelten Entwicklungsmethodiken. Zur effektiven und effizienten Produktion kennen sie aktuelle, ressourcenschonende Ansätze, wie z.B. Lean Manufacturing und Digitalisierung, und wenden diese an. Sie erhalten darüber hinaus einen Überblick über Produktlebenszyklusmanagement.</p> <p>After completing the PE course, students will be able to grasp the effects of the circular economy on product creation, to derive their effects on the product life cycle and business models, and to explain their prerequisites for resource-saving value creation. Markets and business models can be evaluated using generic models. Students are familiar with the theoretical framework of innovations and are able to apply this to new content in the sense of a circular economy. They apply methods of foresight independently and differentiate between existing strategies of companies and analyse the differences. Depending on application criteria, they select suitable methods and procedures for product development and apply these to engineering problems. Overall, they will be able to apply selected methods and procedures of product development to new situations. Students are familiar with approaches to Requirements Engineering, design for X (e.g. Design for Recycling or Design for Ergonomics), Systems Engineering and complexity management and are able to apply these. Students work independently on tasks based on the engineering methods taught. They are familiar with current, resource-efficient approaches to effective and efficient production, such as lean manufacturing and digitalisation, and apply these. They also gain an overview of product life cycle management.</p>								
6	<p>Prüfungsleistung:</p> <p> <input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP) <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP) <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP) </p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 10px;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%; text-align: center;">zu</th> <th style="width: 50%; text-align: center;">Prüfungsform</th> <th style="width: 20%; text-align: center;">Dauer bzw. Umfang</th> <th style="width: 20%; text-align: center;">Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">a)</td> <td>Klausur oder Hausarbeit</td> <td style="text-align: center;">90 - 120 Minuten oder 10 - 40 Seiten</td> <td style="text-align: center;">100%</td> </tr> </tbody> </table>	zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote	a)	Klausur oder Hausarbeit	90 - 120 Minuten oder 10 - 40 Seiten	100%
zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote						
a)	Klausur oder Hausarbeit	90 - 120 Minuten oder 10 - 40 Seiten	100%						
7	<p>Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:</p> <p>keine / none</p>								

2 Pflichtmodule

8	Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen: Keine None
9	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten: Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist. The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.
10	Gewichtung für Gesamtnote: Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor 1). The module is weighted according to the number of credits (factor 1).
11	Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen: keine
12	Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Iris Gräßler
13	Sonstige Hinweise: Keine None

2 Pflichtmodule

NEU25 Standard Software Application Development							
Standard Software Application Development							
Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiens.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
M.104.6179	150	5	3.	Wintersemester	1	en	P
1	Modulstruktur:						
	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)	
a)	L.104.11275 NEU25 Standard Software Application Development	V2 Ü2	60	90	P	40	
2	Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls: Keine None						
3	Teilnahmevoraussetzungen: keine / none						
4	<p>Inhalte:</p> <p>The students are introduced to the Python programming language, through which the conveyed concepts and algorithms are applied in practice. This also includes the use of software libraries to solve industrial problems. The fundamentals of data organization, analysis, and storage, as well as IT security topics, contribute to competent handling in modern application scenarios. Python is understood as a modern programming language, among other things, as an interface between various systems. Modularization, scalability, and quality of software ensures resource-efficient (in terms of time, costs, and energy) and thus sustainable development. Numerous examples and practical exercises enhance understanding and immediate application.</p> <p>Contents of the lecture:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Introduction to programming with Python • Software design and algorithmic fundamentals • Application scenarios • Data organization, analysis, and storage • IT security 						
5	<p>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:</p> <p>The course is aimed at students who want to learn more than the “normal” use of software, who want to deepen their knowledge of software design and its practical application during their studies. Examples and practical exercises promote understanding and direct application. Lectures and practical exercises are closely interlinked in the course in order to optimally adapt the course content to the students’ level of knowledge.</p>						

2 Pflichtmodule

6	Prüfungsleistung: <input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP) <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP) <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)		
zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote
a)	Klausur oder mündliche Prüfung	90 - 120 Minuten oder 45 - 60 Minuten	100%
7	Studienleistung / qualifizierte Teilnahme: keine / none		
8	Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen: Keine None		
9	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten: Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist. The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.		
10	Gewichtung für Gesamtnote: Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1). The module is weighted according to the number of credits (factor 1).		
11	Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen: keine		
12	Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Iryna Mozgova		
13	Sonstige Hinweise: Keine None		

3 Technische Wahlpflichtmodule

Die Module sind in den jeweiligen Vertiefungsrichtungen zu unterschiedlichen Semestern zu belegen, siehe Studienverlaufsplan. Module, die in einem anderen Studiengang als Basismodule vorkommen, sind hier als Pflichtmodule gekennzeichnet, obwohl es Wahlpflichtmodule sind.

NEU25 3D-Printing of Ceramics							
3D-Printing of Ceramics							
Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiens.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
M.104.8301	150	5	2.-4.	Sommersemester	1	en	WP
1	Modulstruktur:						
	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)	
a)	L.104.23250 NEU25 3D-Printing of Ceramics	V2 Ü2	60	90	P	35	
2	Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls: Keine None						
3	Teilnahmevoraussetzungen: keine / none						
4	Inhalte: <ul style="list-style-type: none"> • Einleitung und Anwendungsbeispiele • Grundlagen keramischer Werkstoffe • 3D-Druck von Keramiken • Nachbearbeitung 						

3 Technische Wahlpflichtmodule

	<ul style="list-style-type: none"> • Introduction and application examples • Fundamentals of ceramic materials • 3D printing of ceramics • Post-processing 								
5	<p>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:</p> <p>Die Studierenden lernen den 3D-druck mit Keramiken kennen und sind in der Lage mit Hilfe der Kenntnisse zum Bauprozess, Bauteile aus Keramiken für die Herstellung geometrisch auszulegen. Es wird zudem gezeigt, wie keramische Massen im Vorfeld des 3D-Drucks aufbereitet und nach dem Prozess nachbearbeitet werden müssen.</p> <p>Students learn about 3D printing with ceramics and are able to use their knowledge of the construction process to geometrically design ceramic components for production. They will also be shown how ceramic materials must be prepared in advance of 3D printing and post process after the manufacturing process.</p>								
6	<p>Prüfungsleistung:</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP) <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP) <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>zu</th> <th>Prüfungsform</th> <th>Dauer bzw. Umfang</th> <th>Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a)</td> <td>Klausur oder mündliche Prüfung</td> <td>90 - 120 Minuten oder 45 - 60 Minuten</td> <td>100%</td> </tr> </tbody> </table>	zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote	a)	Klausur oder mündliche Prüfung	90 - 120 Minuten oder 45 - 60 Minuten	100%
zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote						
a)	Klausur oder mündliche Prüfung	90 - 120 Minuten oder 45 - 60 Minuten	100%						
7	<p>Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:</p> <p>keine / none</p>								
8	<p>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:</p> <p>Keine None</p>								
9	<p>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten:</p> <p>Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist. The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.</p>								
10	<p>Gewichtung für Gesamtnote:</p> <p>Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor 1). The module is weighted according to the number of credits (factor 1).</p>								
11	<p>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:</p> <p>keine</p>								
12	<p>Modulbeauftragte/r:</p> <p>Prof. Mirko Schaper</p>								

3 Technische Wahlpflichtmodule

13	Sonstige Hinweise: Keine None
----	--

3 Technische Wahlpflichtmodule

NEU25 Additive Consulting							
Additive Consulting							
Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiens.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
M.104.8302	150	5	2.-4.	Sommersemester 1	1	en	WP
1	Modulstruktur:						
	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)	
	a) L.104.51240 NEU25 Additive Consulting	V2 Ü2	60	90	P	35	
2	Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:						
	Keine None						
3	Teilnahmevoraussetzungen:						
	keine / none						
4	Inhalte:						
	<p>Additive Fertigung gewinnt zunehmend weiter an Relevanz und eröffnet sowohl in der Fertigung als auch in der Entwicklung von Produkten neue Möglichkeiten. Aufgabe der Ingenieurinnen und Ingenieure von morgen wird es daher sein, die Potenziale additiver Fertigungstechnologien beispielsweise in Form von radikalem Leichtbau oder Bauteilintegration für unternehmensspezifische Produktspektren zu erschließen. Additive Fertigungsverfahren stellen Unternehmen vor neue Herausforderungen und erfordern Anpassungen in der Entwicklung als auch in der Fertigung von Produkten. Im Rahmen dieser Lehrveranstaltung wird Ihnen das hierzu notwendige Rüstzeug vermittelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen des (additiven) Consultings • Strategische Planung additiv gefertigter Produkte • Entwicklung von Geschäftsmodellen für Additive Fertigung • Kundenanforderungen • Berücksichtigung von Kreislaufwirtschaft in der additiven Fertigung (z.B. durch die Verwendung von Rezyklaten) • Technologieauswahl • Kostenkalkulation • Projektmanagement 						

3 Technische Wahlpflichtmodule

Additive manufacturing is becoming increasingly relevant and is opening up new possibilities both in manufacturing and in the development of products. The task of tomorrow's engineers will therefore be to tap into the potential of additive manufacturing technologies, for example in the form of radical lightweight construction or component integration for company-specific product ranges. Additive manufacturing processes present companies with new challenges and require adaptations in both the development and manufacture of products. This course will provide you with the necessary tools for this:

- Basics of (additive) consulting
- Strategic planning of additively manufactured products
- Development of business models for additive manufacturing
- Consideration of circular economy in additive manufacturing (e.g. through the use of recycled materials)
- Customer requirements
- Technology selection
- Cost calculation
- Project management

5 Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:

Das Modul Additive Consulting (AC) vermittelt sowohl Basis- als auch Anwendungskompetenzen für zukünftige Ingenieure. Die Studierenden erläutern die wesentlichen Grundlagen und Zusammenhänge von Methoden und Hilfsmitteln des Additive Consulting. Sie beschreiben diese anhand von Praxisbeispielen. Außerdem erläutern Sie Prozesse zur Strategischen Planung im Sinne des Produktlebenszyklus. Sie wenden die erworbenen Kenntnisse und Verfahren auf neue Fallbeispiele an. Dies ermöglicht es ihnen, ihre Anwendbarkeit auf verschiedene Situationen zu analysieren und spezifische Probleme erfolgreich und schnell zu lösen. Die Studierenden analysieren bestehende Fertigungsprozesse- und verfahren und ergänzen diese sinnvoll durch den neuen Ansatz der additiven Fertigung. Dabei berücksichtigen sie kundenspezifische Anforderungen und schaffen individuelle Lösungen. Sie zählen zu betrachtende Faktoren für die Einführung von additiven Fertigungsverfahren im gesamten Produktlebenszyklus auf.

The Additive Consulting (AC) module teaches both basic and application skills for future engineers. The students explain basic principles and interrelationships of methods and tools used in additive consulting. They describe these using practical examples. They also explain processes for strategic planning in terms of the product life cycle. They will apply the acquired knowledge and procedures to new case studies. This enables them to analyze their applicability to different situations and to solve specific problems successfully and quickly. Students analyze existing manufacturing processes and procedures and supplement them with the new approach of additive manufacturing. In doing so, they take customer-specific requirements into account and create individual solutions. They list the factors to be considered for the introduction of additive manufacturing processes throughout the entire product life cycle.

6 Prüfungsleistung:

Modulabschlussprüfung (MAP) Modulprüfung (MP) Modulteilprüfungen (MTP)

zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote
a)	Klausur oder mündliche Prüfung	90 - 120 Minuten oder 45 - 60 Minuten	100%

3 Technische Wahlpflichtmodule

7	Studienleistung / qualifizierte Teilnahme: keine / none
8	Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen: Keine None
9	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten: Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist. The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.
10	Gewichtung für Gesamtnote: Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor 1). The module is weighted according to the number of credits (factor 1).
11	Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen: keine
12	Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Iris Gräßler
13	Sonstige Hinweise: Keine None

3 Technische Wahlpflichtmodule

NEU25 Computer Aided Alloy Design							
Computer Aided Alloy Design							
Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiens.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
M.104.8313	150	5	2.-4.	Sommersemester 1		en	WP
1	Modulstruktur:						
	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)	
	a) L.104.23255 NEU25 Computer Aided Alloy Design	V2 Ü2	60	90	P	35	
2	Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:						
	Keine None						
3	Teilnahmevoraussetzungen:						
	keine / none						
4	Inhalte:						
	Allgemeine Prinzipien des Designs						
	<ul style="list-style-type: none"> • Werkstoffe als System • System Engineering Ansatz • Eigenschaften/Performance Korrelation (1 lab); Definition von Eigenschafts-Zielen Grundlagen zur Thermodynamik von Materialien • Enthalpie, Entropie, Gibbs Energie, • Gleichgewicht in Einzel- und Mehrkomponenten-Systemen • CALPHAD-Methode Thermodynamische Design Modelle (z.B.): • Keimbildung & Vergrößerung • Erstarrung • Martensit Design Software: • Thermodynamisches Design der Mikrostruktur • Computerbasierte Thermodynamik Software: ThermoCalc & ICMD • Dynamik Software: DICTRA & PRISMA Anwendungen des computerbasierten Werkstoffdesigns in der Praxis 						

3 Technische Wahlpflichtmodule

5	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen: Die Studierenden lernen das mechanistische entwickeln von metallischen Werkstoffen. Hierbei wird zunächst der Systems-Engineering Ansatz für Werkstoffe vermittelt, dass eine Korrelation von Prozess-Mikrostruktur-Eigenschaften ermöglicht. Darüber hinaus lernen die Studenten die Grundlagen für thermodynamische Werkstoff-Simulationen und sind in der Lage CALPHAD-Software sowie Werkstoffmodelle zu verwenden und Simulationen selbstständig durchzuführen.			
6	Prüfungsleistung: <input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP) <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP) <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)			
	zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote
	a)	Klausur oder mündliche Prüfung	90 - 120 Minuten oder 45 - 60 Minuten	100%
7	Studienleistung / qualifizierte Teilnahme: keine / none			
8	Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen: Keine None			
9	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten: Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist. The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.			
10	Gewichtung für Gesamtnote: Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor 1). The module is weighted according to the number of credits (factor 1).			
11	Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen: Masterstudiengang Nachhaltiger Maschinenbau V1, Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau V4			
12	Modulbeauftragte/r: Dr.-Ing. Florian Hengsbach, Prof. Mirko Schaper			
13	Sonstige Hinweise: Keine None			

3 Technische Wahlpflichtmodule

NEU25 Design for Additive Manufacturing							
Design for Additive Manufacturing							
Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiens.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
M.104.8315	150	5	2.-4.	Wintersemester	1	en	WP
1	Modulstruktur:						
	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)	
a)	L.104.14240 NEU25 Design for Additive Manufacturing	V3 Ü1	60	90	P	35	
2	Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls: Keine None						
3	Teilnahmevoraussetzungen: Empfohlen: Design Rules for Additive Manufacturing						
4	<p>Inhalte:</p> <p>In der Vorlesung werden Methoden zur konstruktiven Entwicklung von AM-Bauteilen vorgestellt und erläutert. Die Vorlesung gibt Einblicke in sinnvolle Software-Werkzeuge, welche die Entwicklungsphase der AM-Bauteile auf digitaler Ebene unterstützen. Durch eine auf die additive Fertigung ausgerichtete Produktkonzeption und -gestaltung können Studierende nachhaltigere Produkte entwickeln, die weniger Ressourcen verbrauchen, energieeffizienter sind und eine längere Lebensdauer haben. Dies führt nicht nur zu einer Verringerung der Umweltauswirkungen, sondern auch zu Kosteneinsparungen und einer höheren Wettbewerbsfähigkeit. Die Auswirkungen der additiven Fertigung auf folgende Entwicklungsphasen werden, wie folgt, betrachtet:</p> <ul style="list-style-type: none"> • In der Konzeptphase werden Funktionsverbesserungen durch die Nutzung der geometrischen und stofflichen Freiheiten in der additiven Fertigung beurteilt und anhand von spezifischen Kennzahlen zur konventionellen Fertigung verglichen. • Zu Beginn der Entwurfsphase wird die Auswahl des jeweiligen Fertigungsverfahrens untersucht, wobei auch hybride Prozessketten betrachtet werden. Der Fokus liegt auf der Berücksichtigung von Konstruktionsrichtlinien, geometrischen Abweichungen und geeignete Nachbearbeitungsverfahren für additiv-gefertigten Bauteilen. In einer Zentralübung sowie einem Praktikum finden die Vorlesungsinhalte anhand von Beispielaufgaben Anwendung. Die konstruktiven Probleme sowie aufgabenspezifische Aspekte werden gemeinsam erläutert und im Plenum gelöst. 						

3 Technische Wahlpflichtmodule

	<p>In this lecture, methods for the design development of AM components are presented and explained. The lecture provides insights into useful software tools that support the development phase of AM components on a digital level. By focusing on additive manufacturing in product design and development, students can create more sustainable products that consume fewer resources, are more energy-efficient, and have a longer life cycle. This not only reduces environmental impact but also leads to cost savings and increased competitiveness. The effects of additive manufacturing on the following development phases are considered as follows:</p> <ul style="list-style-type: none"> • In the concept phase, functional improvements through the utilization of geometrical and material freedoms in additive manufacturing are assessed and compared with conventional manufacturing processes using specific key values. • At the beginning of the design phase, the selection of the respective manufacturing process is analyzed, whereby hybrid process chains are also considered. The focus is on the consideration of design rules, geometrical deviations and suitable post-processing methods for additively manufactured components. The lecture content is applied in a central exercise and a practical course using example tasks. The design problems and task-specific aspects are explained together and solved in plenary sessions. 								
5	<p>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:</p> <p>Den Studierenden sind die Methoden zur konstruktiven Entwicklung von AM-Bauteilen bekannt. Auf Basis des erworbenen Wissens verstehen sie den Ablauf der grundlegenden Entwicklungsphasen und führen diese selbstständig durch. Sie sind in der Lage bestehende Funktionen mithilfe von AM-spezifischen Wirkprinzipien zu lösen und diese in geometrischer Gestalt umzusetzen. Studierende haben weitergehend die Expertise Entwürfe eigenständig AM-gerecht zu entwickeln sowie bestehende Entwürfe kritisch zu hinterfragen und Optimierungen zu erschaffen. Zu ihrer Unterstützung während der Entwicklungsphasen können sie eine Auswahl zu geeigneten Software-Werkzeugen treffen, um ressourcenschonende Bauteile und Baugruppen entwickeln zu können.</p> <p>Students are familiar with the methods for the design development of AM components. Based on the knowledge they have acquired, they understand the sequence of the basic development phases and carry them out independently. They are able to solve existing functions with the help of AM-specific active principles and implement these in geometrical shapes. Students also have the expertise to independently develop designs in line with additive manufacturing and to critically check existing designs and create optimizations. They can select suitable software tools to support them during the development phases in order to develop resource-efficient components and assemblies.</p>								
6	<p>Prüfungsleistung:</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP) <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP) <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)</p> <table border="1" data-bbox="268 1547 1414 1760"> <thead> <tr> <th>zu</th> <th>Prüfungsform</th> <th>Dauer bzw. Umfang</th> <th>Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a)</td> <td>Klausur oder mündliche Prüfung</td> <td>90 - 120 Minuten oder 45 - 60 Minuten</td> <td>100%</td> </tr> </tbody> </table>	zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote	a)	Klausur oder mündliche Prüfung	90 - 120 Minuten oder 45 - 60 Minuten	100%
zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote						
a)	Klausur oder mündliche Prüfung	90 - 120 Minuten oder 45 - 60 Minuten	100%						
7	<p>Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:</p> <p>keine / none</p>								

3 Technische Wahlpflichtmodule

8	Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen: Keine None
9	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten: Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist. The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.
10	Gewichtung für Gesamtnote: Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor 1). The module is weighted according to the number of credits (factor 1).
11	Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen: keine
12	Modulbeauftragte/r: Balázs Magyar
13	Sonstige Hinweise: Keine None

3 Technische Wahlpflichtmodule

NEU25 Experimental Methods							
Experimental Methods							
Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiens.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
M.104.8320	150	5	2.-4.	Wintersemester	1	en	WP
1	Modulstruktur:						
	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)	
a)	L.104.23265 NEU25 Experimental Methods	V2 Ü2	60	90	P	35	
2	Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:						
	Keine None						
3	Teilnahmevoraussetzungen:						
	keine / none						
4	Inhalte:						
	<p>In der Vorlesung wird ein Überblick über die wichtigsten Verfahren zur Charakterisierung von Werkstoffen und der Ermittlung von Werkstoffeigenschaften gegeben. Schwerpunkt der Veranstaltung sind hierbei experimentelle Methoden, die die Studierenden später am Lehrstuhl bei Studien-, Bachelor- oder Masterarbeiten auch direkt einsetzen können. Der theoretische Teil der Veranstaltung wird durch Demonstrationen an den Geräten vertieft. In der Veranstaltung werden die Möglichkeiten, aber auch die Grenzen folgender Versuchstechniken vorgestellt und diskutiert:</p> <ul style="list-style-type: none"> • lichtoptische Verfahren, • Rasterelektronenmikroskopie, • EBSD, • Transmissionselektronenmikroskopie, • Röntgendiffraktometrie, • Zugversuch, • Digitale Bildkorrelation. 						

3 Technische Wahlpflichtmodule

	<p>The lecture provides an overview of the most important methods for characterizing materials and determining material properties. The focus of the course is on experimental methods that students can later use directly at the chair for their student research projects, Bachelor's or Master's theses. The theoretical part of the course is deepened by demonstrations on the equipment. The possibilities and limitations of the following experimental techniques will be presented and discussed in the course:</p> <ul style="list-style-type: none"> • light-optical methods, • Scanning electron microscopy, • EBSD, • Transmission electron microscopy, • X-ray diffractometry, • Tensile testing, • Digital image correlation. 								
5	<p>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:</p> <p>Die Studierenden kennen die wichtigsten Verfahren zur Charakterisierung von Werkstoffen und der Ermittlung von Werkstoffeigenschaften. Insbesondere kennen sie experimentelle Methoden, die sie später im Bereich der Werkstoff(weiter)entwicklung einsetzen können. Die Studierenden erkennen die für konkrete werkstoffkundliche Fragestellungen optimale Untersuchungsmethode und können deren Ergebnisse interpretieren.</p> <p>The students know the most important methods for the characterization of materials and the determination of material properties. The focus of the course is on experimental methods which the students can later use in the field of materials (further) development.</p> <p>The students are able to recognize the optimal method of investigation for specific materials science questions and they are able to interpret the results.</p>								
6	<p>Prüfungsleistung:</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP) <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP) <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>zu</th> <th>Prüfungsform</th> <th>Dauer bzw. Umfang</th> <th>Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a)</td> <td>Klausur oder mündliche Prüfung</td> <td>90 - 120 Minuten oder 45 - 60 Minuten</td> <td>100%</td> </tr> </tbody> </table>	zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote	a)	Klausur oder mündliche Prüfung	90 - 120 Minuten oder 45 - 60 Minuten	100%
zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote						
a)	Klausur oder mündliche Prüfung	90 - 120 Minuten oder 45 - 60 Minuten	100%						
7	<p>Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:</p> <p>keine / none</p>								
8	<p>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:</p> <p>Keine None</p>								
9	<p>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten:</p> <p>Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist. The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.</p>								

3 Technische Wahlpflichtmodule

10	Gewichtung für Gesamtnote: Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor 1). The module is weighted according to the number of credits (factor 1).
11	Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen: Masterstudiengang Nachhaltiger Maschinenbau V1, Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau V4
12	Modulbeauftragte/r: Prof. Mirko Schaper
13	Sonstige Hinweise: Keine None

3 Technische Wahlpflichtmodule

NEU25 Mechanics of Plastics							
Mechanics of Plastics							
Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiens.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
M.104.8340	150	5	2.-4.	Wintersemester	1	en	WP
1	Modulstruktur:						
	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)	
	a) L.104.42265 NEU25 Mechanics of Plastics	V2 Ü2	60	90	P	35	
2	Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls: Keine None						
3	Teilnahmevoraussetzungen: keine / none						
4	Inhalte: In der Vorlesung werden die grundlegenden Konzepte und das mechanische Verhalten von Kunststoffen behandelt. Themen umfassen linearelastisches und elastoplastisches Werkstoffverhalten, mechanische Zustandsgleichungen für plastische Verformung sowie rheologische Modelle zur Beschreibung von Fließeigenschaften. Darüber hinaus werden Materialreduktion durch leichtere Kunststoffkomponenten und erhöhte Materialeffizienz durch besseres Verständnis der Kunststoffe unter mechanischer Last behandelt. Die Vorlesung bietet wertvolle Einblicke für die praxisgerechte Optimierung von Kunststoffen in Ingenieurprozessen. <ul style="list-style-type: none"> • Grundbegriffe der Werkstoffmechanik • Linearelastisches Werkstoffverhalten • Elastoplastisches Werkstoffverhalten • Mechanische Zustandsgleichung für den plastischen Anteil der Gesamtverformung • Spezifische Beschreibung bei schwingender Beanspruchung • Rheologische Modelle • Materialreduktion • Erhöhte Materialeffizienz 						

3 Technische Wahlpflichtmodule

	<p>The course covers the basic concepts and mechanical behaviour of plastics. Topics include linear elastic and elastoplastic material behaviour, mechanical equations of state for plastic deformation and rheological models to describe flow properties. In addition, material reduction through lighter plastic components and increased material efficiency through better understanding of plastics under mechanical load will be covered. The course offers valuable insights for the practical optimisation of plastics in engineering processes.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Basic concepts of material mechanics • Linear-elastic material behaviour • Elastoplastic material behaviour • Mechanical equation of state for the plastic part of the total deformation • Specific description for oscillating loads • Rheological models • Material reduction • Increased material efficiency 								
5	<p>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:</p> <p>Nach dem Besuch des Kurses sind die Studierenden in der Lage das mechanische Werkstoffverhalten von Kunststoffen unter Berücksichtigung der Einsatzbedingungen, des Werkstofftyps und der Werkstoffherstellung zu beurteilen, um eine geeignete Werkstoffauswahl in der Konstruktion treffen zu können.</p> <p>After attending the course, they will be able to assess the mechanical material behavior of plastics, taking into account the conditions of use, the material type and the material production, in order to be able to make a suitable material selection in design.</p>								
6	<p>Prüfungsleistung:</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP) <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP) <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>zu</th> <th>Prüfungsform</th> <th>Dauer bzw. Umfang</th> <th>Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a)</td> <td>Klausur oder mündliche Prüfung</td> <td>90 - 120 Minuten oder 45 - 60 Minuten</td> <td>100%</td> </tr> </tbody> </table>	zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote	a)	Klausur oder mündliche Prüfung	90 - 120 Minuten oder 45 - 60 Minuten	100%
zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote						
a)	Klausur oder mündliche Prüfung	90 - 120 Minuten oder 45 - 60 Minuten	100%						
7	<p>Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:</p> <p>keine / none</p>								
8	<p>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:</p> <p>Keine None</p>								
9	<p>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten:</p> <p>Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist. The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.</p>								
10	<p>Gewichtung für Gesamtnote:</p> <p>Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor 1). The module is weighted according to the number of credits (factor 1).</p>								

3 Technische Wahlpflichtmodule

11	Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen: keine
12	Modulbeauftragte/r: Prof. Dr.-Ing. Elmar Moritzer
13	Sonstige Hinweise: Keine None

3 Technische Wahlpflichtmodule

NEU25 Recycling of Plastics							
Recycling of Plastics							
Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiens.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
M.104.8354	150	5	1.-4.	Wintersemester	1	en	WP
1	Modulstruktur:						
	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)	
	a) L.104.42297 NEU25 Recycling of Plastics	V2 Ü2	60	90	P	35	
2	Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls: Keine None						
3	Teilnahmevoraussetzungen: keine / none						
4	Inhalte: Die Umsetzung eines nachhaltigen Maschinenbaus beinhaltet die Umstellung einer linearen zu einer zirkulären Bewirtschaftung. Dies stellt jedoch die gesamte Wirtschaft vor weit aus komplexeren Herausforderungen als zunächst angenommen. In dieser Vorlesung wird den Studierenden vermittelt, wie das Gesamtkonstrukt aus Politik, Wirtschaft, Mensch und Umwelt zusammenhängt und welche Aspekte für ein wirtschaftliches und nachhaltiges Recycling beachtet werden müssen. Hierfür werden vollumfänglich die verschiedenen Recycling- sowie Verwertungsmethoden für einen nachhaltigen Ressourcenumgang vorgestellt und das Verständnis für ein nachhaltiges Produktdesign geschärft. 1. Einführung 2. Von der linearen zur zirkulären Bewirtschaftung 3. Aufbereitung der Kunststofffraktion aus dem Abfall 4. Werkstoffliches Recycling 5. Rohstoffliches Recycling 6. Thermische Verwertung Implementing sustainable mechanical engineering involves switching from linear to circular management. However, this presents the entire economy with far more complex challenges than initially assumed. In this course, students will learn how the overall construct of politics, the economy, people and the environment are connected and which aspects must be taken into account for economic and sustainable recycling. To this end, the various recycling and utilisation methods for sustainable resource management are presented in full and an understanding of sustainable product design is sharpened. 1. Introduction 2. From linear to circular management 3. Processing the plastic fraction from waste 4. Material recycling 5. Recycling of raw materials 6. Thermal utilisation						

3 Technische Wahlpflichtmodule

5	<p>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:</p> <p>Die Studierenden werden in die Lage versetzt, das Recycling von Kunststoffen unter Berücksichtigung technologischer, wirtschaftlicher und politischer Rahmenbedingungen zu verstehen und zu bewerten. Des Weiteren können Sie die Unterschiede zwischen einer linearen und zirkulären Bewirtschaftung sowie Hemmnisse bei der Transformation zu einer verstärkten zirkulären Bewirtschaftung erkennen. Darüber hinaus lernen die Studierenden Produkte aus Kunststoffen so zu gestalten, dass ein effektives Recycling ermöglicht wird sowie geeignete Verfahrenstechniken für die thermische, rohstoffliche und werkstoffliche Verwertung von Kunststoffen auszuwählen.</p> <p>Students will be able to understand and evaluate the recycling of plastics, taking into account technological, economic and political framework conditions. Furthermore, they will be able to recognise the differences between linear and circular management as well as obstacles in the transformation to an increased circular management. In addition, students learn how to design plastic products in such a way that effective recycling is possible and how to select suitable process technologies for the thermal, feedstock and material recycling of plastics.</p>										
6	<p>Prüfungsleistung:</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP) <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP) <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>zu</th> <th>Prüfungsform</th> <th>Dauer bzw. Umfang</th> <th>Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a)</td> <td>Klausur oder mündliche Prüfung</td> <td>90 - 120 Minuten oder 45 - 60 Minuten</td> <td>100%</td> </tr> </tbody> </table>			zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote	a)	Klausur oder mündliche Prüfung	90 - 120 Minuten oder 45 - 60 Minuten	100%
zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote								
a)	Klausur oder mündliche Prüfung	90 - 120 Minuten oder 45 - 60 Minuten	100%								
7	<p>Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:</p> <p>keine / none</p>										
8	<p>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:</p> <p>Keine None</p>										
9	<p>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten:</p> <p>Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist. The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.</p>										
10	<p>Gewichtung für Gesamtnote:</p> <p>Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor 1). The module is weighted according to the number of credits (factor 1).</p>										
11	<p>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:</p> <p>keine</p>										
12	<p>Modulbeauftragte/r:</p> <p>Dr.-Ing. Florian Brüning, Prof. Dr.-Ing. Elmar Moritzer</p>										
13	<p>Sonstige Hinweise:</p> <p>Keine</p>										

3 Technische Wahlpflichtmodule

None

3 Technische Wahlpflichtmodule

NEU25 Tooling Technology – Planning, Manufacture, Postprocessing							
Tooling Technology – Planning, Manufacture, Postprocessing							
Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiens.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
M.104.8221	150	5	1.-4.	Sommersemester 1		en	P
1	Modulstruktur:						
	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)	
	a) L.104.24290 NEU25 Tooling Technology – Planning, Manufacture, Post-processing	V2 Ü2	60	90	P	35	
2	Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls: Keine None						
3	Teilnahmevoraussetzungen: keine / none						
4	Inhalte:						
	<ul style="list-style-type: none"> • Einführung in Werkzeugmaschinen • Werkzeuggestaltung und Auslegung mit CAD • Methodenplanung: FEM für die Werkzeugauslegung • CAM in der Werkzeugfertigung • Fertigungsmesstechnik zum Vermessen von Werkzeugen und Werkstücken <ul style="list-style-type: none"> • Introduction to machine tools • Tool design and layout with CAD • Method planning: FEM for tool design • CAM in tool production • Production measurement technology for measuring tools and workpieces 						

3 Technische Wahlpflichtmodule

5	<p>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:</p> <p>Die Studierenden erlangen grundlegende Kompetenzen bei der Gestaltung und Auslegung von Werkzeugen, insbesondere mit Verwendung von CAD-Werkzeugen. Weiterhin sind sie in der Lage Methoden aus dem Bereich FEM für die Auslegung von Werkzeugen anzuwenden. Hinsichtlich der Fertigung von Umformwerkzeugen werden Kenntnisse im Bereich CAM erworben, sodass einfache CNC-Fräsprogramme erstellt werden können. Vertiefte Kompetenzen werden im Bereich der Vermessung von Werkzeugen und Werkstücken erworben. Die Studierenden sind hierdurch in der Lage, Umformwerkzeuge für eine nachhaltige Fertigung von Blechbauteilen auszulegen, zu gestalten, deren Fertigung zu ermöglichen als auch die Einsatzfähigkeit sicherzustellen.</p> <p>Students acquire basic skills in the design and interpretation of tools, especially with the use of CAD tools. They are also able to use methods from the field of FEM for the design of tools. With regard to the production of forming tools, knowledge in the area of CAM is acquired so that simple CNC milling programs can be created. In-depth skills are acquired in the area of measuring tools and workpieces. This enables students to design and design forming tools for the sustainable production of sheet metal components, to enable their production and to ensure their usability.</p>										
6	<p>Prüfungsleistung:</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP) <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP) <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">zu</th> <th style="width: 50%;">Prüfungsform</th> <th style="width: 20%;">Dauer bzw. Umfang</th> <th style="width: 20%;">Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">a)</td> <td>Klausur oder mündliche Prüfung</td> <td>90 - 120 Minuten oder 45 - 60 Minuten</td> <td style="text-align: center;">100%</td> </tr> </tbody> </table>			zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote	a)	Klausur oder mündliche Prüfung	90 - 120 Minuten oder 45 - 60 Minuten	100%
zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote								
a)	Klausur oder mündliche Prüfung	90 - 120 Minuten oder 45 - 60 Minuten	100%								
7	<p>Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:</p> <p>keine / none</p>										
8	<p>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:</p> <p>Keine None</p>										
9	<p>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten:</p> <p>Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist. The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.</p>										
10	<p>Gewichtung für Gesamtnote:</p> <p>Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor 1). The module is weighted according to the number of credits (factor 1).</p>										
11	<p>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:</p> <p>Masterstudiengang Nachhaltiger Maschinenbau V1, Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau V4</p>										
12	<p>Modulbeauftragte/r:</p> <p>Prof. Dr.-Ing. Werner Homberg</p>										

3 Technische Wahlpflichtmodule

13	Sonstige Hinweise: Keine None
----	--

3 Technische Wahlpflichtmodule

NEU25 Visualization and Industry 4.0							
Visualization and Industry 4.0							
Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiens.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
M.104.8367	150	5	2.-4.	Sommersemester 1		en	WP
1	Modulstruktur:						
	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)	
	a) L.104.51285 NEU25 Visualization and Industry 4.0	V2 Ü2	60	90	P	35	
2	Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls: Keine None						
3	Teilnahmevoraussetzungen: keine / none						

4

Inhalte:

Entwicklungsingenieurinnen und -ingenieure verwenden verschiedene Methoden, um Produkte so zu entwickeln, dass sie den Anforderungen entsprechen. Eine besondere Anforderung ist dabei das Eco-Design: ein möglichst hohes Maß an ökologischer Nachhaltigkeit „by design“ zu erreichen. Dies gilt nicht nur für etablierte Konstruktionsmethoden, sondern auch für Generative Design und Design for Additive Manufacturing. Produkte sollen leicht sein und die Gestaltungsfreiheit nutzen, aber gleichzeitig den Prüfanforderungen entsprechen, sowohl die Originalteilproduktion als auch die Ersatzteillogistik ermöglichen und zu nachhaltigen Produkten in der Zukunft beitragen. Die Entwicklung derartiger Produkte und Bauteile erfolgt zunehmend mit modellbasierten Ansätzen. Dies erfordert interdisziplinäre Methoden, aber auch Werkzeuge für die digitale und virtuelle Produktentstehung sind unverzichtbar geworden. Ihr Einsatz entscheidet oft über die Effektivität und Effizienz der Produktentwicklung. Auch ein ökologischer Fußabdruck eines Produkts lässt sich nur auf der Basis eines übergreifenden Datenmanagements und entsprechender Software-Werkzeuge nachweisen. Digitale Werkzeuge erleichtern den Entwurf und die Erstellung von AM-Produkten und entsprechenden Fertigungssystemen, die virtuelle Erprobung ohne die Herstellung realer Prototypen und die Zusammenarbeit verschiedener Akteure über Standorte und Unternehmen hinweg. Ausgehend von diesen Grundlagen setzt das Modul zwei Schwerpunkte: Erstens wird die Bedeutung der Visualisierung im Hinblick auf die Simulation und den virtuellen Prototypenbau unter Anwendung von Techniken der Virtual und Augmented Reality vermittelt. Zum anderen wird Additive Manufacturing als Teil von Produktions- und Automatisierungssystemen diskutiert, von Digitalisierungsstrategien bis hin zu flexiblen, autonom agierenden Systemen.

Inhalte der Lehrveranstaltung:

- Digital Engineering
 - Grundlagen der Digitalen und Virtuellen Produktentwicklung
 - Model Based Systems Engineering (MBSE)
 - Virtual und Rapid Prototyping
 - Generative Design und Design for Additive Manufacturing
- Visualisation
 - Mensch-Maschine-Interaktion, Visualisierung und Computergraphik
 - Grundlagen der Virtual und Augmented Reality (VR/AR)
 - Echtzeit-Algorithmen
 - Systemarchitektur und Hardware
- Industry 4.0 und Manufacturing-X
 - Reference architecture for Industry 4.0
 - Digital Factory
 - Anwendung im Sinne von Industrie 4.0

Inhalte der Übung:

- Mensch-Maschine-Interaktion
- Visualisierung und Computergrafik
- Werkzeuge der digitalen und virtuellen Produktentstehung
 - Model Based Systems Engineering (MBSE)
 - Simulationsmodelle
 - Produktionsplanung und -steuerung
- Virtual und Augmented Reality (VR/AR)
 - Entwicklungsumgebung für Virtual und Augmented Reality
 - Optimierung durch Algorithmen für Echtzeit-Rendering
 - Auswahl und Einsatz von Systemarchitektur und Hardware

3 Technische Wahlpflichtmodule

Product engineers use various methods to engineer products in a way that they satisfy requirements. A special requirement is eco-design: to achieve the highest possible degree of ecological sustainability "by design". This applies not only for established design methodologies, but also for Generative Design and Design for Additive Manufacturing. Products shall be lightweight and utilize the freedom of design, but at the same time have to comply with testing requirements, shall enable both original part production as well as spare part logistics, and shall contribute to sustainable products in the future. The development of such kind of products and parts is increasingly conducted by model-based approaches. This requires interdisciplinary methods, but also tools for digital and virtual product creation are becoming indispensable. Their use often determines the effectiveness and efficiency of product engineering. An ecological footprint of a product can only be determined on the basis of comprehensive data management and the appropriate software tools. Digital tools facilitate the design and creation of AM products and corresponding manufacturing systems, virtual testing without manufacturing real prototypes and the collaboration of different actors across locations and companies. Based on these fundamentals, the module sets two focus points: Firstly, the importance of visualisation is transferred with regard to simulation and virtual prototyping, applying techniques of Virtual and Augmented Reality. Secondly, Additive Manufacturing is discussed as part of production and automation systems, spanning from digitalisation strategies to flexible, autonomously acting systems.

Contents of the lecture:

- Digital Engineering
 - Basics of Digital and Virtual Product Creation
 - Model Based Systems Engineering (MBSE)
 - Virtual und Rapid Prototyping
 - Generative Design and Design for Additive Manufacturing
- Visualisation
 - Human-machine interaction, visualization und computer graphics
 - Fundamentals of Virtual and Augmented Reality (VR/AR)
 - Algorithms for real-time rendering
 - System architecture and hardware
- Industry 4.0 and Manufacturing-X
 - Reference architecture for Industry 4.0
 - Digital Factory
 - Application in terms of Industry 4.0

Contents of the exercise:

- Human-machine interaction
- Visualization und computer graphics
- Tools of Digital and Virtual Product Creation
 - Model Based Systems Engineering (MBSE)
 - Simulation models
 - Production planning and control
- Virtual and Augmented Reality (VR/AR)
 - Development Environment for Virtual and Augmented Reality
 - Optimization by algorithms for real-time rendering
 - Selection and use of system architecture and hardware

3 Technische Wahlpflichtmodule

5	<p>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:</p> <p>Das Modul "Visualisierung und Industrie 4.0" vermittelt sowohl Grundlagen- als auch Anwendungskompetenzen für zukünftige Entwickler. Die Studierenden kennen die wesentlichen Grundlagen und Zusammenhänge von digitalen Werkzeugen im Kontext von Digital und Virtual Engineering. Sie sind in der Lage, diese anhand von Beispielen, insbesondere im Kontext der Additiven Fertigung, zu erläutern. Sie wenden die erworbenen Kenntnisse und Vorgehensweisen im Hinblick auf ausgewählte Softwareprodukte und Grundfunktionen an. Dadurch sind sie in der Lage, deren Anwendbarkeit auf unterschiedliche Situationen zu analysieren und spezifische Probleme erfolgreich und schnell zu lösen. Erworbenene Kompetenzen in der Anwendung von Prozessmodellen und Methoden aus dem Modul "Produktentstehung" (M.104.7222) werden durch den Einsatz von digitalen Werkzeugen und virtueller Realität erweitert. In den weiteren Seminaren "Projektlabor Lean Production" (L.104.51480) und "Projektlabor Künstliche Intelligenz in der Produktentstehung" (M.104.7706) werden konkrete Probleme aus Forschung und Praxis mit Hilfe digitaler Werkzeuge gelöst.</p> <p>The module "Visualization and Industry 4.0" provides both basic and application skills for future developers. Students know the essential basics and interrelationships of digital tools in the context of Digital and Virtual Engineering. They are able to explain them by applying them to examples, especially in the context of Additive Manufacturing. They apply the acquired knowledge and procedures with regard to selected software products and basic functions. This enables them to analyse their applicability to different situations and to solve specific problems successfully and quickly. Acquired competences in the application of process models and methods from the module "Product Creation" (M.104.7222) are extended by the use of digital tools and virtual reality. In the other seminars "Project lab Lean Production" (L.104.51480) and "Project lab Artificial Intelligence in Product Creation" (M.104.7706), specific problems in research and practice are solved with the help of digital tools.</p>								
6	<p>Prüfungsleistung:</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP) <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP) <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)</p> <table border="1" data-bbox="268 1220 1412 1429"> <thead> <tr> <th data-bbox="268 1220 354 1317">zu</th> <th data-bbox="354 1220 965 1317">Prüfungsform</th> <th data-bbox="965 1220 1189 1317">Dauer bzw. Umfang</th> <th data-bbox="1189 1220 1412 1317">Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="268 1317 354 1429">a)</td> <td data-bbox="354 1317 965 1429">Klausur oder mündliche Prüfung</td> <td data-bbox="965 1317 1189 1429">90 - 120 Minuten oder 45 - 60 Minuten</td> <td data-bbox="1189 1317 1412 1429">100%</td> </tr> </tbody> </table>	zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote	a)	Klausur oder mündliche Prüfung	90 - 120 Minuten oder 45 - 60 Minuten	100%
zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote						
a)	Klausur oder mündliche Prüfung	90 - 120 Minuten oder 45 - 60 Minuten	100%						
7	<p>Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:</p> <p>keine / none</p>								
8	<p>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:</p> <p>Keine None</p>								
9	<p>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten:</p> <p>Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist. The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.</p>								

3 Technische Wahlpflichtmodule

10	Gewichtung für Gesamtnote: Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor 1). The module is weighted according to the number of credits (factor 1).
11	Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen: keine
12	Modulbeauftragte/r: Dr.-Ing. Jens Pottebaum
13	Sonstige Hinweise: Keine None

4 Industriepraktikum

NEU25 Industriepraktikum							
Industrial Internship							
Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiens.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
M.104.0072	360	12	2.	Sommer- / Wintersemester	1	de / en	P
1	Modulstruktur:						
	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)	
a)	NEU25 Industrial Internship	P			P	1	
2	Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls: keine / none						
3	Teilnahmevoraussetzungen: keine / none						
4	Inhalte: Industrielle Projektarbeit in Fachgebieten entsprechend der Praktikumsordnung. Industrial project work in specialist areas in accordance with the internship regulations.						
5	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen: Das Fachpraktikum ist ein ingenieurtechnisches Praktikum und dient dem Erwerb praktischer Erfahrungen mit überwiegendem Bezug zum Maschinenbau und/oder zur Verfahrenstechnik. Das Fachpraktikum soll einerseits betriebstechnische Erfahrungen in der Herstellung von Produkten und im Betrieb von Anlagen des Maschinenbaus und/oder der Verfahrenstechnik und andererseits Erfahrungen in Aufgabenfeldern und Tätigkeitsbereichen von Ingenieuren im Maschinenbau und/oder in der Verfahrenstechnik vermitteln. Ein wesentlicher Aspekt des Praktikums liegt auch im Erfassen des sozialen Umfeldes des Betriebsgeschehens. Die Studierenden sollen den Betrieb, in dem sie tätig sind, als Sozialstruktur verstehen, insbesondere das Verhältnis zwischen Führungskräften und Mitarbeitern kennen lernen und ihre Sozialkompetenz erweitern.						

4 Industriepraktikum

	<p>The specialist internship is an engineering internship and serves to acquire practical experience with a predominant reference to mechanical engineering and/or process engineering. On the one hand, the specialist internship is intended to provide operational experience in the manufacture of products and the operation of mechanical engineering and/or process engineering systems and, on the other hand, experience in the fields of activity and fields of activity of engineers in mechanical engineering and/or process engineering. An important aspect of the internship is also the understanding of the social environment of the company. Students should understand the company in which they work as a social structure, in particular get to know the relationship between managers and employees and expand their social skills.</p>										
6	<p>Prüfungsleistung: Keine</p>										
7	<p>Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">zu</th> <th style="width: 50%;">Form</th> <th style="width: 20%;">Dauer bzw. Umfang</th> <th style="width: 20%;">SL / QT</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a)</td> <td>Praktikumsbericht</td> <td>2-3 Seiten pro Woche</td> <td>QT</td> </tr> </tbody> </table>			zu	Form	Dauer bzw. Umfang	SL / QT	a)	Praktikumsbericht	2-3 Seiten pro Woche	QT
zu	Form	Dauer bzw. Umfang	SL / QT								
a)	Praktikumsbericht	2-3 Seiten pro Woche	QT								
8	<p>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen: keine / none</p>										
9	<p>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten: Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die qualifizierte Teilnahme nachgewiesen ist.</p>										
10	<p>Gewichtung für Gesamtnote: Nicht endnotenrelevant.</p>										
11	<p>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen: keine</p>										
12	<p>Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Hans-Joachim Schmid</p>										
13	<p>Sonstige Hinweise:</p> <p>Anerkennung des Praktikumsberichts durch das Praktikantenamt der Fakultät für Maschinenbau und Vorlage einer durch das Unternehmen ausgestellten Praktikumsbescheinigung mit detaillierten Angaben zu Umfang und Art der durchgeführten Tätigkeiten.</p> <p>Recognition of the internship report by the Internship Office of the Faculty of Mechanical Engineering and submission of an internship certificate issued by the company with detailed information on the scope and type of activities carried out.</p>										

5 Studienarbeit

NEU25 Studienarbeit							
Student Project and Colloquium							
Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiens.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
A.104.8019	360	12	3.	Sommer- / Wintersemester	1	en	P
1	Modulstruktur:						
	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)	
	a) NEU25 Student Project and Colloquium		45	315	P	1	
2	Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls: Keine None						
3	Teilnahmevoraussetzungen: Keine None						
4	Inhalte: Die Inhalte und die Aufgabenstellung der Studienarbeit werden von dem oder der Prüfenden festgelegt und dem Studierenden schriftlich ausgehändigt. The content and assignment of the coursework will be determined by the examiner and given to the student in writing.						
5	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen: Der Student ist in der Lage, innerhalb einer fest vorgegebenen Frist ein begrenztes, aber anspruchsvolles Problem selbständig nach wissenschaftlichen Methoden zu bearbeiten und zu durchdringen, geeignete Lösungsmethoden auszuwählen und anzuwenden. Weiterhin ist der Student in der Lage, die Ergebnisse in schriftlicher Form übersichtlich und gut strukturiert zu dokumentieren und verständlich zu präsentieren und zu erläutern. Spezifische Schlüsselkompetenzen:						

5 Studienarbeit

- Eigenständige Projektarbeit unter Zeitdruck
- Problemlösungskompetenz
- Projektmanagement
- Umgang mit wissenschaftlicher Literatur
- Einsatz von Präsentationsmitteln, -techniken sowie Rhetorik
- Verfassen einer wissenschaftlichen Arbeit

The student is able to work independently on a limited but challenging problem using scientific methods within a fixed period of time and to select and apply suitable solution methods. Furthermore, the student is able to document the results in a clear and well-structured written form and to present and explain them in a comprehensible manner. Specific key competencies:

- Independent project work under time pressure
- Problem-solving skills
- Project management
- Dealing with scientific literature
- Use of presentation tools, techniques and rhetoric
- Writing a scientific paper

6 **Prüfungsleistung:**
 Modulabschlussprüfung (MAP) Modulprüfung (MP) Modulteilprüfungen (MTP)

zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote
a)	Schriftliche Ausarbeitung der Studienarbeit und Vortrag	maximal 80 Seiten bzw. 30-45 Minuten	100%

7 **Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:**

keine / none

8 **Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:**

Keine
None

9 **Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten:**

Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist.
The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.

10 **Gewichtung für Gesamtnote:**

Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor 1).
The module is weighted according to the number of credits (factor 1).

11 **Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:**

keine

5 Studienarbeit

12	Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Hans-Joachim Schmid
13	Sonstige Hinweise: Keine None

6 Abschlussmodul Masterarbeit

NEU25 Abschlussmodul Masterarbeit (Additive Manufacturing)							
Master Thesis (Additive Manufacturing)							
Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiens.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
A.104.7090	750	25	4.	Sommer- / Wintersemester	1	en	P
1	Modulstruktur:						
	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)	
	a) NEU25 Schriftliche Masterarbeit		75	585	P	1	
	b) NEU25 Mündliche Verteidigung		15	75	P	1	
2	Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:						
	Keine None						
3	Teilnahmevoraussetzungen:						
	Zur Masterarbeit kann nur zugelassen werden, wer zum Zeitpunkt des Antrags auf Zulassung bereits mindestens 80 LP erworben hat, die Module Studienarbeit und Industriepraktikum erfolgreich abgeschlossen hat und wer im Falle einer Auflage das Bestehen der festgelegten Prüfungen nachgewiesen hat.						
4	Inhalte:						
	Die Inhalte und die Aufgabenstellung der Masterarbeit werden von dem oder der Prüfenden festgelegt und dem Studierenden schriftlich ausgehändigt. The contents and the task of the Master's thesis are determined by the examiner and handed out to the student in writing.						

5	<p>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:</p> <p>Die Masterarbeit bildet den Abschluss des Universitätsstudiums. Der Studierende ist in der Lage, innerhalb einer fest vorgegebenen Frist ein begrenztes, aber komplexes wissenschaftliches Problem selbständig nach wissenschaftlichen Methoden und Regeln zu durchdringen, geeignete Lösungsverfahren und –methoden auszuwählen, sowie diese sachgerecht anzuwenden. Er ist in der Lage, die erarbeiteten Lösungen zu interpretieren und zu bewerten. Der Studierende ist auch der Lage, fehlendes Detailwissen unter sachgerechter Nutzung wissenschaftlicher Literatur sich selbständig zu erarbeiten. Er ist ferner in der Lage, die erzielten Ergebnisse adäquat in schriftlicher Form zu dokumentieren und wissenschaftlich korrekt zu präsentieren und zu erläutern. Spezifische Schlüsselkompetenzen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Wissenschaftliches Arbeiten • Eigenständige Projektarbeit unter Zeitdruck • Umgang mit wissenschaftlicher Literatur • Problemlösungskompetenz • Projektmanagement • Einsatz von Präsentationsmitteln, -techniken sowie Rhetorik • Verfassen einer wissenschaftlichen Arbeit <p>The Master's thesis is the final part of the university degree program. The student is able to independently analyze a limited but complex scientific problem according to scientific methods and rules, select suitable solution procedures and methods and apply them appropriately within a fixed period of time. They are able to interpret and evaluate the solutions developed. The student is also able to independently acquire missing detailed knowledge using appropriate scientific literature. They are also able to adequately document the results achieved in written form and to present and explain them in a scientifically correct manner. Specific key competencies:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Scientific work • Independent project work under time pressure • Dealing with scientific literature • Problem-solving skills • Project management • Use of presentation tools, techniques and rhetoric • Writing a scientific paper 												
6	<p>Prüfungsleistung:</p> <p><input type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP) <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP) <input checked="" type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)</p> <table border="1" data-bbox="268 1599 1414 1794"> <thead> <tr> <th>zu</th> <th>Prüfungsform</th> <th>Dauer bzw. Umfang</th> <th>Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a)</td> <td>Schriftliche Master Arbeit</td> <td>max. 150 Seiten</td> <td>22/25</td> </tr> <tr> <td>b)</td> <td>Mündliche Verteidigung</td> <td>30 - 45 Minuten</td> <td>3/25</td> </tr> </tbody> </table>	zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote	a)	Schriftliche Master Arbeit	max. 150 Seiten	22/25	b)	Mündliche Verteidigung	30 - 45 Minuten	3/25
zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote										
a)	Schriftliche Master Arbeit	max. 150 Seiten	22/25										
b)	Mündliche Verteidigung	30 - 45 Minuten	3/25										
7	<p>Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:</p> <p>keine / none</p>												

6 Abschlussmodul Masterarbeit

8	Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen: Zur Masterarbeit kann nur zugelassen werden, wer zum Zeitpunkt des Antrags auf Zulassung bereits mindestens 80 LP erworben hat, die Module Studienarbeit und Industriepraktikum erfolgreich abgeschlossen hat und wer im Falle einer Auflage das Bestehen der festgelegten Prüfungen nachgewiesen hat.
9	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten: Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn alle Modulteilprüfungen bestanden sind. The credit points are awarded after all modul examinations were passed.
10	Gewichtung für Gesamtnote: Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor 1). The module is weighted according to the number of credits (factor 1).
11	Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen: keine
12	Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Hans-Joachim Schmid
13	Sonstige Hinweise: Keine None

6 Abschlussmodul Masterarbeit

Erzeugt am 3. Juli 2025 um 10:18.