UNIVERSITÄT PADERBORN

FAKULTÄT FÜR MASCHINENBAU

MODULHANDBUCH FÜR DEN MASTERSTUDIENGANG NACHHALTIGER MASCHINENBAU V1

STAND: 4. MÄRZ 2026

Präambel zum Modulhandbuch
des Masterstudiengangs Nachhaltiger Maschinenbau V1

Studienaufbau für den Masterstudiengang *Nachhaltiger Maschinenbau*

Semester								
	4	Masterarbeit 25 LP						
	3	1 Pflicht-modul 5 LP	4 Basis-module 20 LP	4 Vertiefungsrich-tungsabhängige Wahlpflichtmodule 20 LP	4 Technische Wahlpflichtmodule 20 LP	2 Nicht techn. Wahlpflicht-module 6 LP	Industrie-praktikum 12 LP	Studienarbeit 12 LP
	2							
	1							

Studienaufbau für die Vertiefungsrichtung Ingenieurinformatik:

Semester								
	4	Masterarbeit 25 LP						
	3	1 Pflicht-modul 5 LP	3 Basis-module 20 LP	4 Vertiefungsrich-tungsabhängige Wahlpflichtmodule 20 LP	4 Technische Wahlpflichtmodule 20 LP	2 Nicht techn. Wahlpflicht-module 6 LP	Industrie-praktikum 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 Nachhaltiger Maschinenbau

Modul	LP	Lehrveranstaltung	1. Sem.	2. Sem.	3. Sem.	4. Sem.
			Workload / h			
Basismodul 1	5	Pflichtveranstaltung des Basismoduls	150			
Basismodul 2	5	Pflichtveranstaltung des Basismoduls	150			
Basismodul 3	5	Pflichtveranstaltung des Basismoduls		150		
Basismodul 4	5	Pflichtveranstaltung des Basismoduls			150	
Vertiefungsrichtungsabh. Wahlpflichtmodul 1	5	Pflichtveranstaltung des Wahlpflichtmoduls	150			
Vertiefungsrichtungsabh. Wahlpflichtmodul 2	5	Pflichtveranstaltung des Wahlpflichtmoduls		150		
Vertiefungsrichtungsabh. Wahlpflichtmodul 3	5	Pflichtveranstaltung des Wahlpflichtmoduls		150		
Vertiefungsrichtungsabh. Wahlpflichtmodul 4	5	Pflichtveranstaltung des Wahlpflichtmoduls			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
Data Science und Maschinelles Lernen	5	Data Science und Maschinelles Lernen	150			
Industriepraktikum	12	Fachpraktikum		360		
Studienarbeit	12	Studienarbeit			360	
Nicht techn. Wahlpflichtbereich	6	Pflichtveranstaltung eines Nicht technischen Wahlpflichtmoduls		90		
		Pflichtveranstaltung eines Nicht technischen Wahlpflichtmoduls			90	
Abschlussmodul Masterarbeit	25	Schriftliche Masterarbeit				660
		Mündliche Verteidigung				90
Summe Workload / h			**900**	**900**	**900**	**900**
Summe LP	**120**		**30**	**30**	**30**	**30**

Studienaufbau für den Masterstudiengang Nachhaltiger Maschinenbau mit der Vertiefungsrichtung Ingenieurinformatik

Modul	LP	Lehrveranstaltung	1. Sem.	2. Sem.	3. Sem.	4. Sem.
			Workload / h			
Basismodul 1: Datenstrukturen und Algorithmen	8	Datenstrukturen und Algorithmen	240			
Basismodul 2: Software Engineering	6	Software Engineering	180			
Basismodul 3: Rechnerarchitektur	6	Rechnerarchitektur	180			
Vertiefungsrichtungsabh. Wahlpflichtmodul 1	5	Pflichtveranstaltung des Wahlpflichtmoduls		150		
Vertiefungsrichtungsabh. Wahlpflichtmodul 2	5	Pflichtveranstaltung des Wahlpflichtmoduls		150		
Vertiefungsrichtungsabh. Wahlpflichtmodul 3	5	Pflichtveranstaltung des Wahlpflichtmoduls		150		
Vertiefungsrichtungsabh. Wahlpflichtmodul 4	5	Pflichtveranstaltung des Wahlpflichtmoduls			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
Data Science und Maschinelles Lernen	5	Data Science und Maschinelles Lernen	150			
Industriepraktikum	12	Fachpraktikum		360		
Studienarbeit	12	Studienarbeit			360	
Nicht techn. Wahlpflichtbereich	6	Pflichtveranstaltung eines Nicht technischen Wahlpflichtmoduls		90		
		Pflichtveranstaltung eines Nicht technischen Wahlpflichtmoduls			90	
Abschlussmodul Masterarbeit	25	Schriftliche Masterarbeit				660
		Mündliche Verteidigung				90
Summe Workload / h			**900**	**900**	**900**	**900**
Summe LP	**120**		**30**	**30**	**30**	**30**

Wenn nicht die Vertiefungsrichtung Ingenieurinformatik gewählt wird:

Es ist eine Vertiefungsrichtung zu wählen. Aus dieser gehen vier zu belegende Basismodule à 5 LP hervor. Zur Wahl stehen folgende Vertiefungsrichtungen mit den entsprechenden Basismodulen:

Vertiefungsrichtung	Basismodule
Energie- und Verfahrenstechnik	Mechanische Verfahrenstechnik 2
	Thermische Verfahrenstechnik 2
	Prozessdesign
	Kältetechnik
Fahrzeugtechnik	Grundlagen der Automobiltechnik
	Karosserietechnologie
	Fahrzeugtechnische Fügeverfahren
	Mechatronische Systeme im Kraftfahrzeug
Fertigungstechnik	Werkzeugmaschinentechnologie
	Tooling Technology – Planning, Manufacture, Postprocessing
	Thermische Fügeverfahren
	Umformtechnik 2
Kunststofftechnik	Kunststoffrecycling
	Kunststofftechnologie 1
	Kunststofftechnologie 2
	Fügen von Kunststoffen
Leichtbau mit Hybridsystemen	Klebtechnische Fügeverfahren
	Production Engineering
	Auslegung von Hybridstrukturen
	Mechanische Fügeverfahren
Mechatronik	Höhere Regelungstechnik
	Mehrkörperdynamik
	Intelligente Regelungen
	Nichtlineare Schwingungen
Nachhaltigkeit und Transformation	Sustainable Manufacturing
	Blue Engineering - Nachhaltigkeit im Ingenieurwesen
	Nachhaltige Transformation - Defossilisierung
	Nachhaltige Lösungen für Smart Cities
Produktentwicklung	Produktentstehung
	Antriebstechnik
	Mehrkörperdynamik
	Strukturmechanik mit FEM 2
Werkstoffeigenschaften und -simulation	Bruchmechanik
	FEM in der Werkstoffsimulation
	Simulation of materials
	Numerische Methoden in der Mechanik

Außerdem sind vier vertiefungsrichtungsabhängige Wahlpflichtmodule á 5 LP zu wählen:

Vertiefungsrichtung	**Module**
Energie- und Verfahrenstechnik	Analytik: Grundlagen
	Angewandte Nanotechnologie
	Angewandte Wärmepumpentechnik
	Blue Engineering – Nachhaltigkeit im Ingenieurwesen
	CFD-methods in process engineering
	Nachhaltige Energiesystemtechnik
	Grenzflächen-Verfahrenstechnik
	Grundlagen der biologischen Verfahrenstechnik
	Grundlagen der Nanotechnologie
	Innovative Methoden in der Fluidverfahrenstechnik
	Kinetik
	Kraft- und Arbeitsmaschinen
	Mehrphasenströmung
	Nachhaltige Prozesswärmeversorgung
	Particle Synthesis
	Produktanalyse
	Prozessdynamik und Prozessregelung
	Rheologie
	Sektorenkopplung und chemische Energiespeicher
	Sicherheitstechnik und -management
	Simulationsgestützte Auslegung von Trennapparaten
	Verbrennung und Redox-Prozesse
	Verfahrenstechnische Apparate und Maschinen
Fahrzeugtechnik	Werkstoffmechanik der Kunststoffe
	Faserverbundmaterialien
	Fahrzeugaerodynamik
	Entwicklung und Auslegung eines elektrisch betriebenen und autonom fahrenden Rennfahrzeugs
	Grundlagen der Tolerierung
	Mechanische Fügeverfahren
	Thermische Fügeverfahren
	Beschichtungstechnik
	Klebtechnische Fügeverfahren
	Fachlabor Leichtbau
	FEM in der Werkstoffsimulation
	Fahrzeugakustik
	Methoden des Qualitätsmanagements
	Blue Engineering - Nachhaltigkeit im Ingenieurwesen
	Fahrerassistenzsysteme und autonomes Fahren
	Automatisierungstechnik
	Fundamentals of Additive Manufacturing
	Production Engineering
	Mehrkörperdynamik
	Fahrzeugdynamik
	Metallische Werkstoffe für den Fahrzeugbau
	Herstellung und Validierung eines elektrisch betriebenen und autonom fahrenden Rennfahrzeugs
Fertigungstechnik	Auslegung von Hybridstrukturen
	Automatisierungstechnik
	Beschichtungstechnik
	Blue Engineering - Nachhaltigkeit im Ingenieurwesen

	Digitale und Virtuelle Produktentstehung
	Fahrzeugtechnische Fügeverfahren
	FEM in der Werkstoffsimulation
	Fundamentals of Additive Manufacturing
	Grundlagen der Tolerierung
	Innovationslabor Fertigungstechnik
	Klebtechnische Fügeverfahren
	Korrosion und Korrosionsschutz
	Mechanische Fügeverfahren
	Methoden des Qualitätsmanagements
	Plastics Technologies in Additive Manufacturing
	Production Engineering
	Projektlabor Lean Production
	Simulation of Materials
	Tolerierungsstrategien
	Werkstoffmechanik der Kunststoffe
Kunststofftechnik	Antriebstechnik
	Auslegen von Schneckenmaschinen
	Blue Engineering – Nachhaltigkeit im Ingenieurwesen
	Digitalbasierte Simulationsverfahren in der Kunststofftechnik
	Fachlabor Leichtbau
	Fahrzeugtechnische Fügeverfahren
	Faserverbundmaterialien
	Grundlagen der Tolerierung
	Kautschukverarbeitung
	Klebtechnische Fügeverfahren
	Mehrkomponententechnik
	Numerische Methoden zur digitalen Produktentwicklung in der Kunststofftechnik
	Werkstoffmechanik der Kunststoffe
	Werkzeuge der Kunststoffverarbeitung
Leichtbau mit Hybridsystemen	Fügen von Kunststoffen
	Mehrkomponententechnik
	Faserverbundmaterialien
	Thermische Fügeverfahren
	Fahrzeugtechnische Fügeverfahren
	Beschichtungstechnik
	FEM in der Werkstoffsimulation
	Simulation of Materials
	Bruchmechanik
	Fachlabor Leichtbau
	Blue Engineering - Nachhaltigkeit im Ingenieurwesen
	Metallische Werkstoffe für den Fahrzeugbau
	Fachlabor Werkstoffkunde
	Korrosion und Korrosionsschutz
	Tolerierungsstrategien
Mechatronik	Automatisierungstechnik
	Condition Monitoring of Technical Systems
	Digitale und Virtuelle Produktentstehung
	Fahrerassistenzsysteme und autonomes Fahren
	Fahrzeugakustik
	Fahrzeugdynamik
	Mechatronische Systeme im Kfz
	Methoden des Qualitätsmanagements

	Optimale Steuerung und Regelung
	Piezoelektrische Systeme
	Robotersysteme und hydraulische Systeme in der Mechatronik
	Schwingungsmessung und -Analyse
	Systems Engineering
Nachhaltigkeit und Transformation	Nachhaltigkeitsgerechte Produktentstehung
	Sektorenkopplung und Chemische Energiespeicher
	Kunststoffrecycling
	Kältetechnik
	Verbrennung und Redox-Prozesse
	Nachhaltige Prozesswärmeversorgung
	Circular Economy
	Datengetriebenes Ressourcenmanagement
	Nachhaltige Energiesystemtechnik
	Metallische Werkstoffe für den Fahrzeugbau
	Modellierung von Energiesystemen
	Angewandte Wärmepumpentechnik
Produktentwicklung	Fatigue Cracks
	Betriebsfestigkeit
	Biomechanik des menschlichen Bewegungsapparates
	Grundlagen der Tolerierung
	Tolerierungsstrategien
	Konstruktionsmethodik
	Nachhaltigkeitsgerechte Produktentstehung
	Systems Engineering
	Digitale und Virtuelle Produktentstehung
	Methoden des Qualitätsmanagements
	Condition Monitoring of Technical Systems
	Standard Software Application Development
	Produktlebenszyklus- und Produktdatenmanagement
Werkstoffeigenschaften und -simulation	Grundlagen der Tolerierung
	Tolerierungsstrategien
	Elastomechanik
	Auslegung von Hybridstrukturen
	Mechanische Fügeverfahren
	Thermische Fügeverfahren
	Fahrzeugtechnische Fügeverfahren
	Beschichtungstechnik
	Klebtechnische Fügeverfahren
	Nachhaltigkeitsgerechte Produktentstehung
	Experimental Methods
	Computer Aided Alloy Design
	Fachlabor Werkstoffkunde
	Korrosion und Korrosionsschutz
	Technische Aspekte von Rissbildung und Bruch
	Fachlabor Leichtbau

Zudem sind 4 technische Wahlpflichtmodule zu wählen. Der Bereich der technischen Wahlpflichtmodule setzt sich aus **allen Basis- und Vertiefungsrichtungsabhängigen Wahlpflichtmodulen**, die nicht bereits schon in der Vertiefungsrichtung gewählt wurden, zusammen und den folgenden Modulen:

Technische Wahlpflichtmodule
3D-Metal Printing
3D-Printing of Ceramics
Additive Consulting
Biomechanik in der technischen Orthopädie
chemPLANT
Design for Additive Manufacturing
Design Rules for Additive Manufacturing
Gefahrenabwehr und Havariemanagement
Grundlagen der Tribologie
Industrienahe Forschungsthemen
Industrienahe Nachhaltigkeitsthemen
Informationsmanagement für Public Safety & Security
Materials Science of Metals
Modern Steels and Steelmaking
Numerische Tribologie
Powder Technology
Product Creation
Qualitätsmanagement in der Kunststofftechnik
Structure Optimization
Versuchsplanung und Auswertung mittels Statistik in der Kunststoffverarbeitung
Visualization and Industry 4.0

Und es sind zwei nicht technische Module aus der folgenden Liste zu wählen:

Nicht Technische Wahlpflichtmodule
Sprachen
Allgemeines Recht und Vertragsrecht
Interkulturelle Kommunikations- und Wirtschaftskompetenz
Kostenrechnung in der Verfahrens- und Kunststofftechnik
Patentstrategie und Patentrecht

Wenn die Vertiefung Ingenieurinformatik gewählt wird:

Es sind 4 Vertiefungsrichtungsabhängige Wahlpflichtmodule zu wählen:

Vertiefungsrichtungsabhängige Wahlpflichtmodule Ingenieurinformatik
Standard Software Application Development
Produktlebenszyklus- und Produktdatenmanagement
Höhere Regelungstechnik
Optimale Steuerung und Regelung
Automatisierungstechnik
Robotersysteme und hydraulische Systeme in der Mechatronik
Regelungstechnik 2 (BA)
Modellbildung und Identifikation (BA)
Intelligente Regelungen
Projektlabor Lean Production
Digitale und Virtuelle Produktentstehung
Sensorik und Aktorik
Multifunktionale Materialien
Mehrkörperdynamik
Condition Monitoring of Technical Systems
Projektlabor Künstliche Intelligenz für die Produktentstehung

Die Liste der technischen Wahlpflichtmodule entspricht der Liste, die auch für die anderen Vertiefungsrichtungen gilt (s. o.). Es sind 4 technische Wahlpflichtmodule zu wählen.

Inhaltsverzeichnis

1 Abkürzungsverzeichnis **3**

2 Basismodule **4**
2.1 Vertiefungsrichtung Energie- und Verfahrenstechnik 4
2.2 Vertiefungsrichtung Fahrzeugtechnik 15
2.3 Vertiefungsrichtung Fertigungstechnik 27
2.4 Vertiefungsrichtung Kunststofftechnik 38
2.5 Vertiefungsrichtung Leichtbau mit Hybridsystemen 50
2.6 Vertiefungsrichtung Mechatronik 61
2.7 Vertiefungsrichtung Nachhaltigkeit und Transformation 72
2.8 Vertiefungsrichtung Produktentwicklung 83
2.9 Vertiefungsrichtung Werkstoffeigenschaften und -simulation 97
2.10 Vertiefungsrichtung Ingenieurinformatik 107

3 Vertiefungsrichtungsabhängige Wahlpflichtmodule **119**

4 Technische Wahlpflichtmodule **332**

5 Data Science und Maschinelles Lernen **394**

6 Industriepraktikum **397**

7 Studienarbeit **399**

8 Nicht technische Wahlpflichtmodule **401**

9 Abschlussmodul Masterarbeit **414**

10 Maschinenbau in China (mb-cn) **416**

11 Englischsprachiges Lehrangebot: **433**
11.1 Englischsprachige Module 433
11.2 Englischsprachige Lehrveranstaltungen: 433

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 Basismodule

2.1 Vertiefungsrichtung Energie- und Verfahrenstechnik

NEU25 Mechanische Verfahrenstechnik 2							
Mechanical Process Engineering 2							
Modulnummer:	**Workload (h):**	**LP:**	**Studiens.:**	**Turnus:**	**Dauer (in Sem.):**	**Sprache:**	**P/WP:**
M.104.8202	150	5	1.-4.	Sommersemester	1	de	P

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	**Lehrform**	**Kontaktzeit (h)**	**Selbststudium (h)**	**Status (P/WP)**	**Gruppengröße (TN)**
a)	L.104.32211 NEU25 Mechanische Verfahrenstechnik 2	V2 Ü2	60	90	P	60

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

Keine

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

keine / none

4	**Inhalte:** 1. Gasreinigung • Zyklone • Tiefenfilter • Oberflächenfilter • Elektrofilter • Wäscher 2. Haftkräfte und Agglomeration • Molekulare Wechselwirkungen • Partikuläre Wechselwirkungen (van der Waals, Flüssigkeitsbrücke, elektrostatisch) • Festigkeit von Schüttgütern • Agglomerationsverfahren 3. Fließverhalten von Schüttgütern und Silieren • Beschreibung von Schüttgut-Fließverhalten • Messung von Schüttgut-Fließverhalten • Auslegung von Silos • Austragshilfen & Austragsorgane 4. Mischen von Flüssigkeiten • Bauarten von dynamischen Mischern • Ne-Re-Diagramm, Mischgüte-Re-Diagramm • Hochviskos-Mischen, Statisches Mischen 5.. Feststoff - Zerkleinerung • Bruchmechanische Grundlagen • Zerstörung von Einzelpartikeln • Zerkleinerung im Gutbett • Zerkleinerungsgesetze • Zerkleinerungsmaschinen, Funktionen und Einsatzgebiete • Nass- und Kaltzerkleinerung
5	**Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:** Die Studierenden kennen die wesentlichen Grundlagen und Zusammenhänge in der mechanischen Verfahrenstechnik (Trennen, Mischen, Feststoff-Zerkleinerung, Partikelsynthese) und können diese erklären. Des Weiteren beherrschen sie die Bauweise der zugehörigen Apparate sowie deren Auslegung für die wichtigsten industriellen Einsatzbereiche, d. h. sie sind im Stande, die hier erworbenen Kenntnisse praktisch umzusetzen. Sie sind weiterhin in der Lage, die erworbenen Kenntnisse und Vorgehensweisen auf diese Aspekte und Gebiete anzuwenden und die entsprechenden spezifischen Problemstellungen erfolgreich und zügig zu lösen.

<table>
<tr><td>6</td><td>Prüfungsleistung:
☒Modulabschlussprüfung (MAP) □Modulprüfung (MP) □Modulteilprüfungen (MTP)
<table>
<tr><th>zu</th><th>Prüfungsform</th><th>Dauer bzw. Umfang</th><th>Gewichtung für die Modulnote</th></tr>
<tr><td>a)</td><td>Klausur oder mündliche Prüfung</td><td>120 - 150 Minuten oder 45 - 60 Minuten</td><td>100%</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>7</td><td>Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:
keine / none</td></tr>
<tr><td>8</td><td>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:
Keine
None</td></tr>
<tr><td>9</td><td>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.</td></tr>
<tr><td>10</td><td>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).</td></tr>
<tr><td>11</td><td>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:
Masterstudiengang Nachhaltiger Maschinenbau V1, Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau V4</td></tr>
<tr><td>12</td><td>Modulbeauftragte/r:
Prof. Dr. Hans-Joachim Schmid</td></tr>
<tr><td>13</td><td>Sonstige Hinweise:
Keine
None</td></tr>
</table>

NEU25 Thermische Verfahrenstechnik 2

Fluid Process Engineering 2

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiens.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
M.104.8201	150	5	1.-4.	Sommersemester	1	de	P

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.104.31221 NEU25 Thermische Verfahrenstechnik 2	V2 Ü2	60	90	P	60

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

Keine

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

Empfohlen: Thermische Verfahrenstechnik 1

4 **Inhalte:**

In der Lehrveranstaltung werden die Grundlagen der thermischen Trennverfahren kurz wiederholt und auf komplexere Verfahrensvarianten vertieft. Anschließend werden weitere thermische Trennverfahren vorgestellt und Verfahren zur Prozessintensivierung diskutiert. Dabei werden die folgenden Inhalte besprochen:

- Wiederholung der Grundlagen
- Komplexe Verfahrensvarianten der Rektifikation, Absorption und Extraktion
- Hybridverfahren
- nachhaltige Prozessintensivierung und Elektrifizierung In einer begleitenden Übung wenden die Studierenden die vermittelten Inhalte praktisch an.

The course reviews the fundamentals of thermal separation processes briefly and delves into more complex process variations. Subsequently, additional thermal separation processes are introduced, and methods for process intensification are discussed. The following contents will be covered:

- Review of fundamentals
- Complex process variations of distillation, absorption, and extraction
- Hybrid processes
- Sustainable process intensification and electrification In an accompanying exercise, students practically apply the conveyed content.

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

Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können Studierende

- theoretische Grundlagen aller wichtigen thermischen Trennverfahren erklären
- komplexe Prozessvarianten auslegen
- entscheiden ob, unter Berücksichtigung von Nachhaltigkeits- und Energieaspekten, Hybridverfahren oder andere Arten der Prozessintensivierung genutzt werden sollten.

After successfully completing the module, students will be able to

- explain theoretical foundations of all major thermal separation processes.
- design complex process variations.
- decide whether hybrid processes or other forms of process intensification should be employed considering sustainability and energysaving aspects.

6 Prüfungsleistung:

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

zu	**Prüfungsform**	**Dauer bzw. Umfang**	**Gewichtung für die Modulnote**
a)	Mündliche Prüfung	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. Nicole Lutters, Prof. Dr.-Ing. Julia Riese

13 Sonstige Hinweise:

Keine

None

NEU25 Prozessdesign

process design

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiens.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
M.104.8293	150	5	1.-4.	Wintersemester	1	de	P

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.104.31275 NEU25 Prozessdesign	V2 Ü2	60	90	P	35

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

Keine

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

Empfohlen: Grundlagen der Thermischen Verfahrenstechnik, Reaktionstechnik

4 **Inhalte:**

In der Lehrveranstaltung werden die Methoden der Verfahrensentwicklung, insbesondere in der chemischen Industrie vermittelt. Dazu werden nachfolgende Themen besprochen:

- Entwicklung eines nachhaltigen chemischen Prozesses
- Prozesssynthese
- Reaktorauswahl
- Aufbau von Trennsequenzen
- Heuristiken zur Auswahl von Trennoperationen
- Schaltungen
- Heuristiken zur Festlegung von Trennsequenzen
- Prozessbeispiele
- Synthese von Rektifikationsprozessen
- Einsatz von Hybridprozessen (inkl. Intensivierung, Elektrifizierung)
- nachhaltige Wärme-/Energieintegration
- Prozessfließbild und R&I-Fließbild
- Kostenschätzung und Investitionsrechnung In einer begleitenden Übung werden die Grundlagen von den Studierenden praktisch angewendet. Weiterhin werden die Studierenden das vermittelte Wissen einsetzen um unter Nutzung der Simulationssoftware Aspen Plus einen Beispielprozess selber zu entwickeln.

	The course teaches the methods of process development, particularly in the chemical industry. The following topics will be discussed: • Development of a sustainable chemical process • Process synthesis • Reactor selection • Synthesis of separation sequences • Heuristics for selecting unit operations • Configurations • Heuristics for determining separation sequences • Process examples • Synthesis of rectification processes • Usage of hybrid processes (incl. intensivication, electrification) • Sustainable heat/energy integration • Process flow diagram and P&ID (Piping and Instrumentation Diagram) • Cost estimation and investment calculation In an accompanying exercise, students will practically apply the fundamentals. Furthermore, students will apply the acquired knowledge to develop a process using the simulation software Aspen Plus.
5	**Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:** Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können Studierende • nachhaltige Prozesse zur Herstellung chemischer Produkte entwickeln • charakteristische Merkmale von Trennsequenzen bewerten und prozesstechnische Auslegungsregeln anwenden • Prozesse in Simulationsumgebungen (Aspen Plus®) implementieren, Simulationen durchführen und die erhalten Ergebnisse kritisch interpretieren. After successfully completing the module, students will be able to • develop sustainable processes for the production of chemical products • evaluate characteristic features of separation sequences and apply process engineering design rules • implement processes in simulation environments (Aspen Plus®), conduct simulations, and critically interpret the results obtained.
6	**Prüfungsleistung:** ☒Modulabschlussprüfung (MAP) □Modulprüfung (MP) □Modulteilprüfungen (MTP)

zu	**Prüfungsform**	**Dauer bzw. Umfang**	**Gewichtung für die Modulnote**
a)	Mündliche Prüfung	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. Nicole Lutters, Prof. Dr.-Ing. Julia Riese
13	**Sonstige Hinweise:** Keine None

NEU25 Kältetechnik

Refrigeration technology

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiens.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
M.104.8204	150	5	1.-4.	Wintersemester	1	de	P

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.104.33246 NEU25 Kältetechnik	V2 Ü2	60	90	P	35

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

Keine

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

Empfohlen: Thermodynamik 1, Thermodynamik 2 und Wärmeübertragung

4 **Inhalte:**

1. Grundlagen
2. Kältemittel und Kältemaschinenöle
   - Kältemittel, F-Gase-Verordnung, Kältemaschinenöle
3. Kompressions-Kältemaschine und -Wärmepumpe
   - Vergleichsprozesse, Arbeitsmedien, exergetische Betrachtungen, mehrstufiger Maschinen
4. Tieftemperaturtechnik
   - Kaltgasmaschinen-Prozesse, Linde-Prozess, usw.
5. Absorptions-Kältemaschine und -Wärmepumpe
   - Thermodynamik von Lösungen, Vergleichsprozesse, Arbeitsstoffpaare, techn. Aufbau
6. Systemkomponenten
   - Verdichter, Expansionsventil, Wärmeübertrager usw.
7. Sonstiger Prozesse zur Kühlung
   - Peltier- oder thermoelektrischer Effekt, Magnetokalorischer Effekt, Elektrokalorischer Effekt, Galvanomagnetischer Effekt, Heat Pipes, Verschleißprozesse durch Kältemischungen und Verdunstungskühlung
8. Klimatechnik

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

Die Studierenden sind mit den verschiedenen Techniken der Kälteerzeugung vertraut, bei denen unterschiedliche Kompressionsverfahren und Verdichtertypen ebenso eine wichtige Rolle spielen wie unterschiedliche Wärme- und Stoffaustauschapparate. Vor dem Hintergrund des großen Umbruchs, der durch die F-Gase-Verordnung in der Kältetechnik stattfindet, können die Studierenden die verschiedenen Techniken bewerten und für jeden speziellen Anwendungsfall die geeignete Anlage berechnen und auslegen. Alle Themen werden an Beispielen aktueller technischer Prozesse vertieft und in den Kontext der Nachhaltigkeit und der Energiewende eingebettet.

6 **Prüfungsleistung:**

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

zu	**Prüfungsform**	**Dauer bzw. Umfang**	**Gewichtung für die Modulnote**
a)	Mündliche Prüfung	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. Andreas Paul, Prof. Dr. Tina Kasper
13	**Sonstige Hinweise:** Literatur: Miara, M.: Wärmepumpen, Fraunhofer IRB Verlag, Karlsruhe, Stuttgart, 2013. Schmidt, D., Veith, H.: Grundkurs Kältetechnik, 13. überarbeitete und erweiterte Auflage, VDE Verlag, Berlin, 2022. Maurer, T.: Kältetechnik für Ingenieure, 2. aktualisierte und überarbeitete Auflage, VDE Verlag, Berlin, 2021.

2.2 Vertiefungsrichtung Fahrzeugtechnik

NEU25 Grundlagen der Automobiltechnik

Basics of Automotive Engineering

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiens.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
M.104.8211	150	5	1. - 4.	Sommer- / Wintersemester	1	de	P

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.104.25277 oder L.104.25278 NEU25 Grundlagen der Automobiltechnik oder Basics of Automotive Engineering	V2 Ü2	60	90	P	35

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

Es kann zwischen der deutschsprachigen Veranstaltung Grundlagen der Automobiltechnik im WS und der englischsprachigen Veranstaltung Basics of Automotive Engineering im SS gewählt werden.

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

keine / none

4 **Inhalte:**

In der vorliegenden Veranstaltung werden im Wesentlichen die Aspekte der Längs- und Querdynamik von Kraftfahrzeugen behandelt. Dazu gehört die Behandlung von:

- Fahrwiderständen und der sich daraus ergebene Leistungsbedarf eines Kraftfahrzeugs
- Konventionelle und elektrische Motoren als Leistungsquellen und die Übertragung der bereitgestellten Leistung zu den angetriebenen Rädern
- Kraftübertragung zwischen Reifen und Fahrbahn
- Dynamik und Kinematik von Bremsvorgängen
- Achskinematik
- Dynamik und Kinematik von Lenkvorgängen
- Subjektivbeurteilung des Fahrverhaltens
- Mechanische Auslegungskriterien eines Gesamtfahrzeugs insbesondere der Teilsysteme Fahrwerk und Karosserie Zusätzlich wird der Aufbau, die Ziele und die Wirkweise einer E/E-Fahrzeugstruktur kurz angerissen, damit die Studierenden in der Lage sind, das Fahrzeug gesamtheitlich zu begreifen.

This course mainly deals with the aspects of longitudinal and lateral dynamics of motor vehicles. This includes the treatment of:

- Driving resistance and the resulting power requirements of a motor vehicle
- Conventional and electric engines as power sources and the transmission of the power provided to the driven wheels
- Power transmission between tires and road surface
- Dynamics and kinematics of braking processes
- Axle kinematics
- Dynamics and kinematics of steering processes
- Subjective assessment of driving behavior
- Mechanical design criteria of an entire vehicle, in particular the chassis and body subsystems In addition, the design, objectives and mode of operation of an E/E vehicle structure are briefly outlined so that students are able to understand the vehicle as a whole.

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

- Berechnung des Wirkungsgrads verschiedener Prozesse, die in Verbrennungsmotoren verwendet werden
- Identifizierung und Analyse verschiedener Arten von Fahrwiderständen, wie Luftwiderstand, Rollwiderstand, Trägheitsmoment und Steigungswiderstand, um ihre Auswirkungen auf den Leistungsbedarf zu verstehen.
- Bestimmung der Bremskräfte und Analyse der Bremskraftverteilung, um deren Auswirkungen auf den Bremsweg, die Stabilität und die Sicherheit unter verschiedenen Fahrbedingungen zu verstehen.
- Verstehen und Berechnen der dynamischen Seitenkräfte, um einen Einblick in ihren Einfluss auf die Fahrzeugstabilität, das Fahrverhalten und die Fahrzeugkontrolle, insbesondere in Kurven, zu erhalten.

- Calculating the efficiency of various processes used in internal combustion (IC) engines
- Identifying and analyzing different types of driving resistances, such as aerodynamic drag, rolling resistance, moment of inertia and gradient resistance, to understand their effects on power requirements.
- Determining braking forces and analyzing brake force distribution to understand their impact on stopping distance, stability, and safety under different driving conditions.
- Understanding and calculating lateral dynamic forces, gaining insight into their influence on vehicle stability, handling, and control, particularly in cornering situations.

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%

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 Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau V4
12	**Modulbeauftragte/r:** Dr.-Ing. Sven Martin, Prof. Dr. Thomas Tröster
13	**Sonstige Hinweise:** Keine None

NEU25 Karosserietechnologie

Body in White Technology

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiens.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
M.104.8212	150	5	1. - 4.	Wintersemester	1	de	P

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.104.25211 NEU25 Karosserietechnologie	V2 Ü2	60	90	P	35

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

Keine

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung NEU25 Karosserietechnologie:
Keine

4 **Inhalte:**

Die Tragstruktur eines Fahrzeugs wird im Allgemeinen als Karosserie bezeichnet. Sie stellt eine 3-dimensionale Raumstruktur dar, die einer Vielzahl von Anforderungen gerecht werden muss. Die Vorlesung Karosserietechnologie adressiert die wesentlichen Schritte zur Entwicklung von innovativen Karosseriestrukturen von der Anforderungserhebung bis zum späteren Recycling der Strukturen. Die einzelnen Entwicklungsschritte können dabei nicht solitär für die Karosseriestruktur betrachtet werden, vielmehr muss die Entwicklung in die Gesamtfahrzeugentwicklung eingebettet sein, um so die Systemfunktion des Gesamtsystems Fahrzeug erfüllen zu können. Dies bedeutet z.B., dass die Änderung von Antriebstechnologien, die Bilanzierung von Ressourcenverbräuchen oder aber die Erhöhung der Energieeffizienz eines Fahrzeugs maßgebliche Implikationen für die Karosseriekonzepte bewirken. In diesem Kontext werden Wirkzusammenhänge diskutiert und innovative Lösungsansätze konstruktiver - wie auch materialseitiger Natur innerhalb der Vorlesung erarbeitet. Die Themen gliedern sich wie folgt:

- Historische Entwicklung der Karosserie
- Karosseriebauweisen
- Entwicklungsprozess inklusive CAX-Betrachtungen
- Strukturentwurf
  - Statische Auslegungsgrößen
  - Betriebsfestigkeit, NVH Verhalten
  - Crash
- Bauteile der Rohkarosserie
- Zusammenbau moderner Karosserien
- Reparatur und Recycling – Zirkuläre Wertschöpfung

	The supporting structure of a vehicle is usually called the body. This three-dimensional spatial structure must meet a variety of requirements. The Car Body Technology lecture covers the key stages in developing innovative car body structures, from identifying requirements to subsequent recycling. The development of the body structure cannot be considered in isolation; rather, it must be embedded in the development of the entire vehicle in order to fulfil the system function of the vehicle as a whole. For example, changes in drive technologies, balancing resource consumption and increasing a vehicle's energy efficiency have significant implications for body concepts. The lecture discusses these interdependencies and develops innovative design and material solutions. The topics are structured as follows: • Historical development of the car body • Body construction methods • Development process, including CAX considerations • Structural design – Static design parameters – Operational stability and NVH behaviour – Crash • Body-in-white components • Assembly of modern car bodies • Repair and recycling: circular value creation
5	**Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:** Im Rahmen der Vorlesung erlernen die Studierenden die grundlegenden Prinzipien, nach denen eine moderne, ressourceneffiziente Karosserie ausgelegt und final auch aufgebaut wird. Sie verstehen den Zusammenhang zwischen der Belastung der Karosserie im Betrieb und der daraus abgeleiteten optimalen belastungsangepassten Leichtbaustruktur. Dadurch kennen Sie die Konzepte und Bauweisen, die im modernen Karosseriebau eingesetzt werden. Ändern sich die relevanten Anforderungsprofile an die Karosserie sind die Studierenden in der Lage Lösungskonzepte für den angepassten Strukturentwurf zu erarbeiten. Sie können insbesondere die Sicherheitsanforderungen an die heutigen Fahrzeugstrukturen sowie das Crashverhalten analysieren und beurteilen. Die in den Grundlagen der Mechanik erlernten theoretischen Methoden zur statischen Belastungsauslegung von Strukturen nutzen die Studierenden innerhalb der Vorlesung zur Auslegung der Karosserie und deren Bauteile. Semesterbegleitend erarbeiten die Studierenden selbstständig einen Konstruktionsentwurf einer Subkomponente und führen einen vereinfachten Auslegungsprozess dieser durch. So entwickeln die Studierenden ein tiefergehendes anwendungsorientiertes Verständnis für die Konstruktion sowie für die Steifigkeit- und Festigkeitsberechnung von Strukturbauteilen. Ressourceneffizienz erfordert eine gezielte Nutzung geeigneter Werkstoffe und der dazugehörenden Fertigungs- und Verbindungstechnologien. Am Ende der Vorlesung kennen die Studierenden die wesentlichen Fertigungsverfahren zur Herstellung der Karosseriestruktur, können Werkstoffe richtig einsetzen und die damit verbundenen Fügeverfahren identifizieren. Die Themen Reparatur und Recycling schärfen die Perspektive der Studierenden hinsichtlich einer zirkulären Wertschöpfungskette und vervollständigen das ganzheitliche Bild der Fahrzeugstrukturentwicklung.

<table>
<tr><td>6</td><td>Prüfungsleistung:
☒Modulabschlussprüfung (MAP) □Modulprüfung (MP) □Modulteilprüfungen (MTP)
<table>
<tr><th>zu</th><th>Prüfungsform</th><th>Dauer bzw. Umfang</th><th>Gewichtung für die Modulnote</th></tr>
<tr><td>a)</td><td>Klausur oder mündliche Prüfung</td><td>90 - 120 Minuten oder 45 - 60 Minuten</td><td>100%</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>7</td><td>Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:
keine / none</td></tr>
<tr><td>8</td><td>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:
Keine
None</td></tr>
<tr><td>9</td><td>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.</td></tr>
<tr><td>10</td><td>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).</td></tr>
<tr><td>11</td><td>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:
Masterstudiengang Nachhaltiger Maschinenbau V1</td></tr>
<tr><td>12</td><td>Modulbeauftragte/r:
Dr.-Ing. Thorsten Marten, Prof. Dr. Thomas Tröster</td></tr>
<tr><td>13</td><td>Sonstige Hinweise:
Keine
None</td></tr>
</table>

NEU25 Fahrzeugtechnische Fügeverfahren

Joining technologies in car production

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiens.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
M.104.8213	150	5	1. - 4.	Sommersemester	1	de	P

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.104.21271 NEU25 Fahrzeugtechnische Fügeverfahren	V2 Ü2	60	90	P / WP	35

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

Keine

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

keine / none

4 **Inhalte:**

- Fahrzeugtechnische Werkstoffe und ihre Fügeeignung
- Fahrzeugtechnische Fügeverfahren im Rahmen der Kreislaufwirtschaft
  - Einführung (Verfahrensvarianten, Vor-/Nachteile, Einsatzbereiche, Einsatzgrenzen, Nachhaltigkeit)
  - Thermisches Fügen: Schweißen von Metallen, Schmelzschweißen, Pressschweißen
  - Mechanisches Fügen: Clinchen, Stanznieten, Schrauben, Bolzensetzen, Funktionselemente
  - Klebtechnisches Fügen inklusive Hybridfügen
- Eigenschaftsermittlung und Qualitätssicherung von Verbindungen
- Auslegung und Berechnung
- Nachhaltige Produktentwicklung durch Entfügestrategien
- Aus-/Weiterbildungsmöglichkeiten

- Automotive materials and joining
- Automotive joining processes within the framework of the circular economy
  - Introduction: Processes, advantages/disadvantages, areas of application, limits of use, sustainability.
  - Thermal joining: Welding of metals, fusion welding, pressure welding.
  - Mechanical joining: Clinching, self-pierce riveting, bolting, functional elements.
  - Adhesive joining including hybrid joining
- Identification of mechanical properties and quality assurance of joints
- Design and calculation
- Sustainable product development
- Education opportunities

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

Die Studierenden sind in der Lage, die Bedeutung der Fügeverfahren im Rahmen von Kreislaufwirtschaft und Ökodesign zu erkennen, fügespezifische Anforderungen an das mechanische und thermische Verhalten von fahrzeugtechnischen Werkstoffen zu erkennen, das jeweils optimale Fügeverfahren zu definieren und gefügte Produkte ressourcenoptimiert und nachhaltig auszulegen.

Students will be able to recognize the importance of joining processes in the context of the circular economy and eco-design, identify joining-specific requirements for the mechanical and thermal behavior of automotive materials, define the optimal joining process in each case and design joined products in a resource-optimized and sustainable manner.

6 **Prüfungsleistung:**

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

zu	**Prüfungsform**	**Dauer bzw. Umfang**	**Gewichtung für die Modulnote**
a)	Mündliche Prüfung	45 - 60 Minuten	100%

In der Prüfung sollen die Studierenden ihr individuell ausgesuchtes Anwendungsbeispiel vorstellen und dieses hinsichtlich der eingesetzten fahrzeugtechnischen Fügeverfahren analysieren.

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 Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau V4
12	**Modulbeauftragte/r:** Dr.-Ing. Dominik Teutenberg, Prof. Dr.-Ing. Gerson Meschut
13	**Sonstige Hinweise:** Keine None

NEU25 Mechatronische Systeme im Kraftfahrzeug

Automotive Mechatronic Systems

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiens.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
M.104.8214	150	5	1. - 4.	Sommersemester	1	de	P

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.104.52231 NEU25 Mechatronische Systeme im Kraftfahrzeug	V2 Ü2	60	90	P	35

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

Keine

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung NEU25 Mechatronische Systeme im Kraftfahrzeug:
Empfohlen: Matlab-Simulink, Regelungstechnik, Grundlagen der Mechatronik und Systemtechnik

Prerequisites of course NEU25 Mechatronische Systeme im Kraftfahrzeug:
Recommendet: Matlab-Simulink, Control Engineering, Prinicples of Mechatronics and System Engineering

4 **Inhalte:**

- Überblick über mechatronische Systeme im Kraftfahrzeug
- Modellierung der Fahrzeugbewegung
- Das Fahrdynamikregelsystem ESP
- Aktive Lenksysteme
- Aktive Fahrwerksysteme
- Integrierte Fahrdynamikregelung
- Fahrdynamik und Stabilisierung von Fahrzeuggespannen

- Overview of automotive mechatronic systems
- Modelling of the vehicle movement
- ESP vehicle dynamics control system
- Active steering systems
- Active suspension systems
- Integrated vehicle dynamics control
- Dynamics and stabilisation of vehicles with trailers

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

Die Studierenden kennen die grundlegenden Anwendungen der Steuerungs- und Regelungstechnik in Systemen zur Fahrdynamikregelung, sowohl im Hinblick auf Sicherheit als auch auf Komfort. Sie können deren Funktionsweise, die zugrunde liegenden Algorithmen und die verwendeten mechatronischen Komponenten erklären. Grundlage dafür sind Kenntnisse der Fahrzeugdynamik (Längs-, Quer- und Vertikaldynamik), der verschiedenen Modellierungsarten und der Methoden zur simulationsgestützten Analyse und Bewertung von Fahrdynamikregelsystemen. Diese Kenntnisse über das Fahrzeugverhalten und die erforderlichen bzw. verfügbaren Aktoren werden für den Entwurf von Fahrdynamikregelsystemen genutzt. Die Studierenden kennen die Potenziale zur Einsparung von Primärenergie durch den Einsatz moderner mechatronischer Aktoren/Aktuatorgruppen und können dieses Wissen auch auf neue Aktor- und Primärenergiekonzepte übertragen. Die Studierenden sind in der Lage, die jeweiligen Anwendungen für mechatronische Systeme (insbesondere im Hinblick auf die Fahrsicherheit) zu analysieren, differenzierte Anforderungen und Randbedingungen abzuleiten und die erlernten Methoden zum Entwurf von Fahrdynamikregelsystemen anzuwenden.

Students will be familiar with the basic applications of control and regulation technology in dynamic driving control systems for both safety and comfort. They will be able to explain how they work, the underlying algorithms and the mechatronic components used. The basis for this is knowledge of vehicle dynamics (longitudinal, lateral and vertical dynamics), the various types of modelling and the methods for simulation-based analysis and evaluation of vehicle dynamics control systems. This knowledge of vehicle behaviour and the required or available actuators is used to design vehicle dynamics control systems. Students know the potential for saving primary energy through the use of modern mechatronic actuators/actuator groups and can also transfer this knowledge to new actuator and primary energy concepts. Students will be able to analyse the respective applications for mechatronic systems (especially with regard to driving safety), derive differentiated requirements and boundary conditions and apply the methods they have learned to design vehicle dynamics control systems.

6 **Prüfungsleistung:**

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

zu	**Prüfungsform**	**Dauer bzw. Umfang**	**Gewichtung für die Modulnote**
a)	Mündliche Prüfung	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 Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau V4
12	**Modulbeauftragte/r:** Dr.-Ing. Sandra Gausemeier
13	**Sonstige Hinweise:** Keine None

2.3 Vertiefungsrichtung Fertigungstechnik

NEU25 Werkzeugmaschinentechnologie

Basic in Design of Tools and Machinery

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiens.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
M.104.8222	150	5	1. - 4.	Sommersemester	1	de	P

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.104.24267 NEU25 Werkzeugmaschinentechnologie	V2 Ü2	60	90	P	35

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

Keine

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

keine / none

4 **Inhalte:**

- Einführung in Werkzeugmaschinen
- Komponenten von Werkzeugmaschinen: Gestelle, Führungen, Antriebe und Steuerungen von Werkzeugmaschinen
- Pressen: Pressenkomponenten, Antriebskonzepte, Pressenpheripherie,
- Werkzeugmaschinen in der Blechbearbeitung
- Maschinensicherheit, Maschinenabnahme
- CNC/CNC-Steuerungen
- Pneumatik, Hydraulik
- Simulation und rechnerintegrierte Fertigung im Bereich Zerspanung

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

Die Studierenden haben einen Überblick über gängige Werkzeugmaschinen sowie deren Aufbau und insbesondere Arbeitsweise. Hierdurch können sie entsprechende Technologien hinsichtlich Leistungsfähigkeit, Nachhaltigkeit und auch den passenden Anwendungsfeldern einordnen. Dies gilt insbesondere für umformende Werkzeugmaschinen, die einen technischen Schwerpunkt der Vorlesung darstellen. Durch begleitende Praxisübungen haben die Studierenden umfangreiche Kenntnisse zur Anwendung zu Pneumatiksystemen von Werkzeugmaschinen und der Maschinenvermessung erhalten.

<table>
<tr><td>6</td><td>Prüfungsleistung:
☒Modulabschlussprüfung (MAP) □Modulprüfung (MP) □Modulteilprüfungen (MTP)
<table>
<tr><th>zu</th><th>Prüfungsform</th><th>Dauer bzw. Umfang</th><th>Gewichtung für die Modulnote</th></tr>
<tr><td>a)</td><td>Klausur oder mündliche Prüfung</td><td>90 - 120 Minuten oder 45 - 60 Minuten</td><td>100%</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>7</td><td>Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:
keine / none</td></tr>
<tr><td>8</td><td>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:
Keine
None</td></tr>
<tr><td>9</td><td>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.</td></tr>
<tr><td>10</td><td>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).</td></tr>
<tr><td>11</td><td>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:
Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau V4</td></tr>
<tr><td>12</td><td>Modulbeauftragte/r:
Prof. Dr.-Ing. Werner Homberg</td></tr>
<tr><td>13</td><td>Sonstige Hinweise:
Keine
None</td></tr>
</table>

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, Postprocessing	V2 Ü2	60	90	P	35

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

Keine

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

keine / none

4 **Inhalte:**

- Einführung in Werkzeugmaschinen
- Werkzeuggestaltung und Auslegung mit CAD
- Methodenplanung: FEM für die Werkzeugauslegung
- CAM in der Werkzeugfertigung
- Fertigungsmesstechnik zum Vermessen von Werkzeugen und Werkstücken

- 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

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

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 Additive Manufacturing V1, Masterstudiengang Additive Manufacturing V1 (englisch), Masterstudiengang Nachhaltiger Maschinenbau V1, Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau V4
12	**Modulbeauftragte/r:** Prof. Dr.-Ing. Werner Homberg

13	**Sonstige Hinweise:** Keine None

NEU25 Thermische Fügeverfahren							
Welding and Soldering							
Modulnummer:	**Workload (h):**	**LP:**	**Studiens.:**	**Turnus:**	**Dauer (in Sem.):**	**Sprache:**	**P/WP:**
M.104.8223	150	5	1. - 4.	Wintersemester	1	de	P

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	**Lehrform**	**Kontaktzeit (h)**	**Selbststudium (h)**	**Status (P/WP)**	**Gruppengröße (TN)**
a)	L.104.21256 NEU25 Thermische Fügeverfahren	V2 Ü2	60	90	P	35

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

Keine

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung NEU25 Thermische Fügeverfahren:
Empfehlung: Grundlagen in Werkstoffkunde, Konstruktion, Chemie, Physik, Elektrotechnik

4	**Inhalte:** • Einführung in die Schweißtechnik – Bedeutung und Einordnung der Schweißtechnik – Schweißtechnik im Rahmen der Kreislaufwirtschaft • Schweißen von Metallen – Beurteilung der Schweißbarkeit – Verbindungsaufbau – Verzug/Eigenspannungen – Risserscheinungen – Schweißeignung ausgewählter Werkstoffe – Mischverbindungen • Schweißverfahren und Geräte – Autogentechnik – Elektrodenschweißen – Unterpulverschweißen – Metallschutzgasschweißen (WIG/MIG/MAG) – Plasmaschweißen – Elektronenstrahl- und Laserstrahlschweißen – Widerstandsschweißen – Reibschweißen und aktuelle Entwicklungen • Fertigung von Schweißverbindungen – Schweißfolge – Wärmebehandlung • Prüfung von Schweißverbindungen – Zerstörungsfreie und zerstörende Prüfverfahren • Einführung in die Löttechnik • Nachhaltige Produktentwicklung durch Entügestrategien

	• Introduction to welding technology – Importance and classification of welding technology – Welding technology in the context of the circular economy • Welding of metals – Assessment of weldability – Joint structure – Distortion/residual stresses – Cracking phenomena – Weldability of selected materials – Mixed joints • Welding processes and equipment – Autogenous technology – Electrode welding – Submerged arc welding – Gas metal arc welding (TIG/MIG/MAG) – Plasma welding – Electron beam and laser beam welding – Resistance welding – Friction welding and current developments • Production of welded joints – Welding sequence – Heat treatment • Testing of welded joints – Non-destructive and destructive testing methods • Introduction to soldering technology • Sustainable product development through removal strategies
5	**Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:** Die Studierenden sind in der Lage, die Bedeutung der thermischen Fügetechnik im Rahmen von Kreislaufwirtschaft und Ökodesign zu erkennen, Anforderungen an thermisch zu fügende Bauteile zu erkennen, die richtigen Verfahren auszuwählen, den Fertigungsprozess zu planen und thermisch gefügte Strukturen ressourcenoptimiert und nachhaltig auszulegen. Students will be able to recognize the importance of thermal joining technology in the context of the circular economy and eco-design, identify requirements for thermally joined components, select the right processes, plan the manufacturing process and design thermally joined structures in a resource-optimized and sustainable manner.

<table>
<tr><td>6</td><td>Prüfungsleistung:
☒Modulabschlussprüfung (MAP) □Modulprüfung (MP) □Modulteilprüfungen (MTP)
<table><tr><th>zu</th><th>Prüfungsform</th><th>Dauer bzw. Umfang</th><th>Gewichtung für die Modulnote</th></tr><tr><td>a)</td><td>Klausur oder mündliche Prüfung</td><td>90 - 120 Minuten oder 45 - 60 Minuten</td><td>100%</td></tr></table></td></tr>
<tr><td>7</td><td>Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:
keine / none</td></tr>
<tr><td>8</td><td>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:
Keine
None</td></tr>
<tr><td>9</td><td>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.</td></tr>
<tr><td>10</td><td>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).</td></tr>
<tr><td>11</td><td>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:
Masterstudiengang Nachhaltiger Maschinenbau V1</td></tr>
<tr><td>12</td><td>Modulbeauftragte/r:
Prof. Dr.-Ing. Gerson Meschut</td></tr>
<tr><td>13</td><td>Sonstige Hinweise:
Keine
None</td></tr>
</table>

NEU25 Umformtechnik 2

Forming Technology 2

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiens.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
M.104.8224	150	5	1. - 4.	Sommersemester	1	de	P

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.104.24256 NEU25 Umformtechnik 2	V2 Ü2	60	90	P	35

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

Keine

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

keine / none

4 **Inhalte:**

- Massivumformverfahren: Walzen, Fließgut-Düsenverfahren, Schmieden, Stauchen und Fließpressen
- Blechumformung und -bearbeitung: Tiefziehen, Streckziehen, Biegen, Strahlverarbeitung, Superplastische Umformung
- Profilumformung: Innenhochdruckumformung
- Hochgeschwindigkeitsumformung
- Eigenspannungen

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

Die Studierenden haben vertiefte Kompetenzen über gängige Verfahren der umformenden Fertigungstechnik erlangt. Damit haben sie Möglichkeiten umformtechnische Fragestellungen zu bearbeiten und kennen aktuelle Entwicklungen im Bereich der Massiv-, Profil- und Blechumformung. Die Studierenden sind in der Lage, für typische Bauteile gezielt umformtechnische Verfahren und entsprechende Einrichtungen auszuwählen und diese hinsichtlich Gesichtspunkten wie z. B. Genauigkeit, Wirtschaftlichkeit, Umweltverträglichkeit und Nachhaltigkeit zu analysieren und zu bewerten. Dies gilt auch für innovative Fertigungstechnologien zur Herstellung von Bauteilen für den Leichtbau. Vertiefte Kompetenzen wurden im Bereich der Innenhochdruckumformung erlangt.

<table>
<tr><td>6</td><td>Prüfungsleistung:
☒Modulabschlussprüfung (MAP) □Modulprüfung (MP) □Modulteilprüfungen (MTP)
<table>
<tr><th>zu</th><th>Prüfungsform</th><th>Dauer bzw. Umfang</th><th>Gewichtung für die Modulnote</th></tr>
<tr><td>a)</td><td>Klausur oder mündliche Prüfung</td><td>90 - 120 Minuten oder 45 - 60 Minuten</td><td>100%</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>7</td><td>Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:
keine / none</td></tr>
<tr><td>8</td><td>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:
Keine
None</td></tr>
<tr><td>9</td><td>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.</td></tr>
<tr><td>10</td><td>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).</td></tr>
<tr><td>11</td><td>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:
Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau V4</td></tr>
<tr><td>12</td><td>Modulbeauftragte/r:
Prof. Dr.-Ing. Werner Homberg</td></tr>
<tr><td>13</td><td>Sonstige Hinweise:
Keine
None</td></tr>
</table>

2.4 Vertiefungsrichtung Kunststofftechnik

NEU25 Kunststoffrecycling

Plastics recycling

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiens.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
M.104.8231	150	5	1. - 4.	Wintersemester	1	de	P

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.104.42296 NEU25 Kunststoffrecycling	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 vollem 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 recycling

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

Studierende werden in die Lage versetzt,

- das Recycling von Kunststoffen unter Berücksichtigung technologischer, wirtschaftlicher und politischer Rahmenbedingungen zu verstehen und zu bewerten
- die Unterschiede zwischen einer linearen und zirkulären Bewirtschaftung sowie Hemmnisse bei der Transformation zu mehr zirkulärer Bewirtschaftung zu erkennen
- Produkte aus Kunststoffen so zu gestalten, dass ein effektives Recycling ermöglicht wird
- geeignete Verfahrenstechniken für die thermische, rohstoffliche und werkstoffliche Verwertung von Kunststoffen auszuwählen

Students will be able to

- understand and evaluate the recycling of plastics, taking into account technological, economic and political framework conditions
- recognise the differences between linear and circular management as well as obstacles to the transformation to more circular management
- design plastic products in a way that enables effective recycling
- select suitable process technologies for the thermal, feedstock and mechanical recycling of plastics

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%

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. Dennis Kleinschmidt, Prof. Dr.-Ing. Elmar Moritzer
13	**Sonstige Hinweise:** Keine None

NEU25 Kunststofftechnologie 1

Plastics technology 1

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiens.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
M.104.8232	150	5	1. - 4.	Wintersemester	1	de	P

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.104.42221 NEU25 Kunststofftechnologie 1	V2 Ü2	60	90	P	35

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

Keine

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

keine / none

4 **Inhalte:**

In der Veranstaltung werden die mathematischen und verfahrenstechnischen Grundlagen für die Auslegung von Produktionsprozessen behandelt. Insbesondere umfasst dies die verschiedenen Eigenschaften der Kunststoffe selber und ihr Verhalten in den jeweiligen Verarbeitungsmaschinen. Durch konsequente Anwendung der Beziehungen können effizientere und materialschonendere Anlagen konzipiert werden.

- Physikalisches Verhalten der Kunststoffe
- Festkörperreibung von Kunststoffen
- Rheologisches Werkstoffverhalten
- Thermodynamische Zustandsänderungen und -größen
- Akustische Eigenschaften
- Oberflächenenergetische Eigenschaften
- Erhaltungssätze
- Einfache isotherme Strömungen
- Nichtisotherme Strömungen
- Strömungsberechnung
- Kühlung und Erwärmung zur effizienten Gestaltung von Produktionsanlagen
- Verarbeitung auf Schneckenmaschinen
- Nutbuchsenextruder
- Doppelschneckenmaschinen zur Aufarbeitung von Kunststoffen
- Kalandrieren
- Spritzgießen thermoplastischer Kunststoffe

This course covers the mathematical and process engineering fundamentals for the design of production processes. In particular, this includes the various properties of the plastics themselves and their behaviour in the respective processing machines. By consistently applying the relationships, more efficient and material-friendly systems can be designed.

- Physical behaviour of plastics
- Solid-state friction of plastics
- Rheological material behaviour
- Thermodynamic state changes and variables
- Acoustic properties
- Surface energy properties
- Conservation laws
- Simple isothermal flows
- Non-isothermal flows
- Flow calculation
- Cooling and heating for the efficient design of production plants
- Processing on screw machines
- Grooved barrel extruders
- Twin-screw machines for processing plastics
- Calendering
- Injection moulding of thermoplastics

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

Die Studierenden können die mathematisch physikalischen Zusammenhänge verschiedener Materialmodelle anwenden und Materialien mit diesen beschreiben. Überdies sind sie in der Lage, anhand von Erhaltungssätzen die Bewegungs- und Kontinuitätssätze herzuleiten und damit verschiedene Strömungsbewegungen zu charakterisieren. Zudem können Sie diese Grundlagen auf verschiedene Verarbeitungsverfahren anwenden.

Students can apply the mathematical and physical relationships of various material models and use them to characterise materials. Furthermore, they are able to derive the laws of motion and continuity on the basis of conservation laws and thus characterise various flow movements. They will also be able to apply these principles to various processing methods.

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%

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:** Prof. Dr.-Ing. Elmar Moritzer
13	**Sonstige Hinweise:** Keine None

NEU25 Kunststofftechnologie 2

Plastics technology 2

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiens.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
M.104.8233	150	5	1. - 4.	Sommersemester	1	de	P

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.104.42226 NEU25 Kunststofftechnologie 2	V2 Ü2	60	90	P	35

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

Keine

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

keine / none

4 **Inhalte:**

In der Veranstaltung werden verschiedene Verarbeitungsverfahren und Sonderanwendungen thematisiert. Insbesondere dienen diese dazu, bestimmte Eigenschaften der Kunststoffe an ein jeweiliges Einsatzgebiet anzupassen und dadurch andere Werkstoffe substituieren zu können. Durch diese Anpassung können die erforderlichen Produktdicken reduziert, schwerere Werkstoffe durch einen leichten Kunststoff ersetzt oder unterschiedliche Funktionen einer Baugruppe in einem einzelnen Bauteil zusammengefasst werden.

- Thermoformen: Erwärmen (Kontakt-, Konvektions-, Strahlungserwärmung, Umformen und Umformtechniken), Kühlen, Thermoformbarkeit
- Beschichten mit Kunststoffen, d. h. Pasten, Schmelzen und Pulvern, Grundlagen der Auftragstechniken
- Beschichten von Kunststoffen mit Metallen durch Verdampfen und Galvanisieren
- Beschichten mit Kunststofffasern im elektrischen Feld
- Schweißen von Kunststoffen durch Wärmeleitung und Reibung am Beispiel des Heizelementschweißens und Ultraschallschweißens

	Various processing methods and special applications will be discussed in the course. In particular, these are used to adapt certain properties of the plastics to a particular area of application and thus to be able to substitute other materials. This adaptation can reduce the required product thicknesses, replace heavier materials with a lightweight plastic or combine different functions of an assembly in a single component. • Thermoforming: Heating (contact, convection, radiant heating, forming and forming techniques), cooling, thermoformability. • Coating with plastics, i.e. pastes, melts and powders, basics of application techniques • Coating plastics with metals by evaporation and electroplating • Coating with plastic fibres in an electric field • Welding of plastics by heat conduction and friction using the example of hot plate welding and ultrasonic welding
5	**Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:** Die Studierenden kennen die mathematisch physikalischen Gegebenheiten verschiedener Verarbeitungsverfahren und sind dazu in der Lage, auf Basis dieser die Verfahren auszulegen. Sie können die Funktion, den Aufbau sowie den Ablauf der Verfahren erläutern und die Verfahren im Hinblick auf den Verfahrensablauf verbessern. Zudem können Sie einschätzen, welche Anwendungen die einzelnen Verfahren ermöglichen und inwiefern diese erforderlich sind. Students will be familiar with the mathematical and physical characteristics of various processing methods and will be able to design the methods on this basis. They will be able to explain the function, structure and sequence of the processes and improve the processes with regard to the process sequence. They will also be able to assess which applications the individual processes enable and to what extent they are necessary.
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%

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
12	**Modulbeauftragte/r:** Prof. Dr.-Ing. Elmar Moritzer
13	**Sonstige Hinweise:** Keine None

NEU25 Fügen von Kunststoffen

Joining of polymers

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiens.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
M.104.8234	150	5	1. - 4.	Wintersemester	1	de	P

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.104.41281 NEU25 Fügen von Kunststoffen	V2 Ü2	60	90	P	35

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

Keine

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

keine / none

4 **Inhalte:**

Kunststoffe sind in vielen Bereichen weit verbreitet, darunter zählen die Automobil-, Bau-, Elektronik- und Verpackungsindustrie. Das Fügen stellt dabei den letzten Schritt der Wertschöpfungskette dar und ermöglicht die Herstellung komplexer Bauteile und Produkte, die aus verschiedenen Kunststoffkomponenten bestehen. Je nach Fügeprozess kann dieser Vorgang kostengünstiger und energieeffizienter sein als eine entsprechende Fertigungsmethode. Fügen ermöglicht kreative und flexible Designs, wobei funktionale und ästhetische Anforderungen erfüllt werden können. Gleichzeitig kann das Recycling mit mechanischen Fügeverfahren wie beispielsweise den Schraubverbindungen vereinfacht werden. Im Rahmen der Veranstaltung werden folgende Inhalte betrachtet:

- Adhäsion: Grundlagen der Haftung
- Schweißen: Schweißen mit Erwärmung durch Kontakt, Ultraschallschweißen, Reibschweißen, Schweißen mit Erwärmung durch Strahlung, Schweißen mit Erwärmung im elektromagnetischen Feld, sonstige Schweißverfahren
- Kleben: Klebstoffarten, Verfahrenstechnik, Klebnahtgestaltung
- Mechanische Verbindungen: Schnappverbindungen, Pressverbindungen, Schraubverbindungen, Nietverbindungen

	Polymers are widely used in many areas, including the automotive, construction, electronics and packaging industries. Joining is the final step in the value chain and enables the manufacture of complex components and products made up of various plastic components. Depending on the joining process, this process can be more cost-effective and energy-efficient than a corresponding manufacturing method. Joining enables creative and flexible designs, whereby functional and aesthetic requirements can be met. At the same time, recycling can be simplified with mechanical joining processes such as screw connections. The following topics will be covered in the course: • Adhesion: basics of adhesion • Welding: welding with heating by contact, ultrasonic welding, friction welding, welding with heating by radiation, welding with heating in the electromagnetic field, other welding processes • Bonding: Types of adhesives, process technology, adhesive seam design. • Mechanical connections: Snap connections, press connections, screw connections, riveted connections
5	**Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:** Die Studierenden kennen die diversen Herstellverfahren für Kunststoffbauteile aus mehreren Komponenten bzw. Materialien. Sie sind mit den Fügeprozessen und –techniken des Schweißens, Klebens sowie des mechanischen und kraftschlüssigen Fügens vertraut und können entscheiden, unter welchen Bedingungen welches Fügeverfahren am sinnvollsten einzusetzen ist. Students will be familiar with the various manufacturing processes for plastic components made from several components or materials. They are familiar with the joining processes and techniques of welding, bonding and mechanical and friction joining and can decide under which conditions which joining process is most appropriate.
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%

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:** Prof. Dr.-Ing. Volker Schöppner
13	**Sonstige Hinweise:** Keine None

2.5 Vertiefungsrichtung Leichtbau mit Hybridsystemen

NEU25 Klebtechnische Fügeverfahren

Adhesive Bonding Technologies

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiens.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
M.104.8241	150	5	1. - 4.	Sommersemester	1	de	P

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.104.21243 oder L.104.21244 NEU25 Klebtechnische Fügeverfahren oder Adhesive Bonding Technologies	V2 Ü2	60	90	P	35

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

Es kann zwischen der deutschsprachigen Veranstaltung Klebtechnische Fertigungsverfahren und der englischsprachigen Veranstaltung Adhesive Bonding Technologies gewählt werden.

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung NEU25 Klebtechnische Fügeverfahren oder Adhesive Bonding Technologies:
Empfohlen: Werkstoffkunde, Technische Mechanik 1+2

4 **Inhalte:**

Inhalte:

- Klebtechnik im Rahmen der Kreislaufwirtschaft
- Einteilung der Klebstoffe
- Auslegung von Klebverbindungen
- Kennwertermittlung und Simulation
- Klebtechnischer Fertigungsprozess
- Klebverbindungen im Betrieb
- Nachhaltige Produktentwicklung durch Entfügestrategien
- Praxisbeispiel: Kleben im Automobilbau

- Adhesive bonding technology in the context of the circular economy
- Classification of adhesives
- Design of adhesively bonded joints
- Tests and simulation
- Adhesive bonding production process
- Adhesive bonds in operation
- Sustainable product development through removal strategies
- Practical example: Bonding in automotive engineering

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

Die Studierenden sind in der Lage, die Bedeutung der Klebtechnik im Rahmen von Kreislaufwirtschaft und Ökodesign zu erkennen, Anforderungen an zu klebende Bauteile zu identifizieren, die richtigen Klebstoffe auszuwählen, den Fertigungsprozess zu planen sowie geklebte Produkte ressourcenoptimiert und nachhaltig auszulegen.

Students are able to recognize the importance of adhesive bonding technology in the context of the circular economy, identify requirements for components to be bonded, select the right adhesives, plan the manufacturing process and design bonded products in a resource-optimized and sustainable manner.

6 **Prüfungsleistung:**

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

zu	**Prüfungsform**	**Dauer bzw. Umfang**	**Gewichtung für die Modulnote**
a)	Mündliche Prüfung	45 - 60 Minuten	100%

In der Prüfung sollen die Studierenden ihr individuell ausgesuchtes Anwendungsbeispiel vorstellen und ihre Vorgehensweise bei dessen klebtechnischer Auslegung erläutern.

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 Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau V4

12	**Modulbeauftragte/r:** Dr.-Ing. Dominik Teutenberg, Prof. Dr.-Ing. Gerson Meschut
13	**Sonstige Hinweise:** Keine None

NEU25 Produktionstechnik

Production Engineering

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiens.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
M.104.8242	150	5	1. - 4.	Wintersemester	1	de	P

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.104.24285 NEU25 Produktionstechnik	V2 Ü2	60	90	P	35

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

Keine

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

keine / none

4 **Inhalte:**

Ziel der Vorlesungsreihe Vertigungstechnik für den Leichtbau sind insbesondere Fertigungstechnologien, die für Leichtbauanwendungen besonders geeignet sind. Themenbereiche sind insbesondere:

- Einführung in die Umformtechnik, die spanende Fertigung und die Fertigungstechnik für den Leichtbau
- Grundlagen der Metallkunde, Plastizitätstheorie sowie der Prozessmodellierung und FEM
- Arbeitsgenauigkeit
- Verfahrensübersicht zum Blech- und Profilumformen
- Inkrementelle und Wirkmedienbasierte Umformverfahren
- Leichtbau durch Zerspanung

The aim of the lecture series on manufacturing technology for lightweight construction is, in particular, manufacturing technologies that are particularly suitable for lightweight construction applications. Topic areas include in particular:

- Introduction to forming technology, metal cutting processes and production technology for lightweight construction - Fundamentals of metallurgy, theory of metal forming plasticity as well as process modeling and FEM machining accuracy
- process overview for sheet metal and profile forming
- Basics of metal cutting processes
- Turning and hard turning, milling, drilling and reaming - Lightweight construction through metal cutting processes

5	**Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:** Die Studierenden verstehen wesentliche Grundlagen sowie die typischen Charakteristika der wichtigsten spanenden und umformtechnischen Produktionsverfahren im Bereich des Leichtbaus. Basierend auf diesem Wissen sind die Studierenden in der Lage, die Möglichkeiten und Grenzen umformtechnischer und spanender Fertigungsverfahren zu bestimmen bzw. zu ermitteln. Somit ist es ihnen auch möglich, geeignete Verfahren zur Herstellung von innovativen Produkten zu identifizieren und anzuwenden. Students understand the basic principles and typical characteristics of the most important machining and forming production processes in the field of lightweight construction. Based on this knowledge, students are able to determine the possibilities and limits of forming and machining production processes. This also enables them to identify and apply suitable processes for the manufacture of innovative products.
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%

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 Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau V4
12	**Modulbeauftragte/r:** Prof. Dr.-Ing. Werner Homberg
13	**Sonstige Hinweise:** Es können inhaltliche Überschneidungen mit dem Modul “Umformtechnik 1” auftreten. There may be overlaps in content with the “Forming Technology 1” module.

NEU25 Auslegung von Hybridstrukturen

Hybrid Structure Design

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiens.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
M.104.8243	150	5	1. - 4.	Wintersemester	1	de	P

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.104.25226 NEU25 Auslegung von Hybridstrukturen	V2 Ü2	60	90	P	35

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

Keine

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

Empfohlen: Grundkenntnisse in Technischer Mechanik und Mathematik

4 **Inhalte:**

- Einführung in die Hybridstrukturen: Grundlagen, Anwendungen
- Bestimmung und Berechnung mechanischer Eigenschaften
- Grenzschichten hybrider Werkstoffe
- Einführung in hybride Herstellprozesse
- Berechnung thermischer Eigenspannungen
- CAE-gestützte Auslegung hybrider Strukturen

- Introduction to hybrid structures: fundamentals, applications
- Determination and calculation of mechanical properties
- Boundary layers of hybrid materials
- Introduction to hybrid manufacturing processes
- Calculation of thermal residual stresses
- CAE-supported design of hybrid structures

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

Kombinationen artverschiedener Werkstoffe (Hybridstrukturen) sind besonders geeignet hocheffiziente Leichtbaustrukturen im Sinne der Ressourceneffizienz (Material und Energie) aufzubauen. Die Studierenden sind in der Lage hybridspezifische Problemstellungen zu erkennen und zu analysieren. Sie verstehen die grundlegenden Methoden der Strukturberechnung und können diese an vereinfachten Beispielen analytisch lösen. Die Studierenden kennen die Anwendungsgebiete hybrider Strukturen und können die ökologischen und ökonomischen Vor- und Nachteile solcher Strukturen reflektiert bewerten. Sie kennen ressourcenschonende Herstellungsprozesse hybrider Strukturen und verstehen die Bedeutung der Materialauswahl sowie der Konstruktion hinsichtlich der Rezyklierbarkeit am End of Life. Die Studierenden können die relevanten Mechanischen an der Grenzschicht der Werkstoffe benennen und die Spannungsverteilungen aufzeigen. Ferner verfügen sie über die notwendige Kenntnis CAE-Methoden zur Unterstützung der Strukturberechnung von Hybridbauteilen zu verwenden, um Materialsparende Konstruktionen umzusetzen und zu bewerten.

Combinations of different types of materials (hybrid structures) are particularly suitable for constructing highly efficient lightweight structures in terms of resource efficiency (material and energy). Students are able to identify and analyze hybrid-specific problems. They understand the basic methods of structural calculation and can solve them analytically using simplified examples. Students are familiar with the areas of application for hybrid structures and can evaluate the ecological and economic advantages and disadvantages of such structures in a reflective manner. They are familiar with resource-saving manufacturing processes for hybrid structures and understand the importance of material selection and design with regard to recyclability at the end of life. Students can name the relevant mechanical properties at the boundary layer of the materials and demonstrate the stress distributions. Furthermore, they have the necessary knowledge to use CAE-methods to support the structural calculation of hybrid components in order to implement and evaluate material-saving designs.

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%

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 Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau V4
12	**Modulbeauftragte/r:** Prof. Dr. Thomas Tröster
13	**Sonstige Hinweise:** Literaturempfehlungen etc. werden in der Veranstaltung genannt.

NEU25 Mechanische Fügeverfahren

Mechanical Joining Technique

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiens.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
M.104.8244	150	5	1. - 4.	Sommersemester	1	de	P

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.104.21215 NEU25 Mechanische Fügeverfahren	V2 Ü2	60	90	P	35

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

Keine

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung NEU25 Mechanische Fügeverfahren:
Empfohlen: Werkstoffkunde

4 **Inhalte:**

- Einführung und Grundlagen
- Mechanisches Fügen im Rahmen der Kreislaufwirtschaft
- Mechanische Fügeverfahren
  - Stanznieten
  - Schrauben
  - Blindnieten/Schließringbolzen
  - Verbinden mit Funktionselementen
  - Linienförmiges umformtechnisches Fügen
  - Clinchen
  - Weitere Verfahren und aktuelle Verfahrensentwicklungen
- Qualitätssicherung und Prüfung mechanisch gefügter Verbindungen
- Kombination des mechanischen Fügens mit anderen Verfahren (Hybridfügen)
- Nachhaltige Produktentwicklung (Entügestrategien, Reparatur und Recycling)
- Praktische Präsentation von Werkzeugen und Fügeeinrichtungen

- Introduction and basics
- Mechanical joining in the context of the circular economy
- Mechanical joining processes
  - Self-pierce riveting
  - Screws
  - Blind rivets/lockbolts
  - Joining with functional elements
  - Linear forming joining
  - Clinching
  - Further processes and current process developments
- Quality assurance and testing of mechanically joined joints
- Combination of mechanical joining with other processes (hybrid joining)
- Sustainable product development (joining strategies, repair and recycling)
- Practical presentation of tools and joining equipment

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

Die Studierenden sind in der Lage, die Bedeutung der mechanischen Fügetechnik im Rahmen von Kreislaufwirtschaft und Ökodesign zu erkennen, Anforderungen an mechanisch zu fügende Bauteile zu identifizieren, die richtigen mechanischen Fügeverfahren auszuwählen, den Fertigungsprozess zu planen und mechanisch gefügte Strukturen ressourcenoptimiert und nachhaltig auszulegen.

Students will be able to recognize the importance of mechanical joining technology in the context of the circular economy and eco-design, identify requirements for mechanically joined components, select the correct mechanical joining processes, plan the manufacturing process and design mechanically joined structures in a resource-optimized and sustainable manner.

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%

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
12	**Modulbeauftragte/r:** Prof. Dr.-Ing. Gerson Meschut
13	**Sonstige Hinweise:** Keine None

2.6 Vertiefungsrichtung Mechatronik

NEU25 Höhere Regelungstechnik

Advanced Control Engineering

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiens.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
M.104.8251	150	5	1. - 4.	Wintersemester	1	de	P

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.104.52271 NEU25 Höhere Regelungstechnik	V2 Ü2	60	90	P	35

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

Keine

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

Empfohlen: Für das Verständnis erforderlich sind gründliche Kenntnisse aus den Lehrveranstaltungen Grundlagen der Mechatronik und Systemtechnik, Regelungstechnik 1 und 2 , Matlab/Simulink in der Mechatronik oder vergleichbar.
empfohlen: Modellbildung und Simulation dynamischer Systeme

4 **Inhalte:**

Die Vorlesung ist eine weiterführende Veranstaltung zur Vorlesung Regelungstechnik. Aufbauend auf der Zustandsraumbeschreibung dynamischer Systeme werden Methoden zur Analyse und Synthese von komplexen Regelungssystemen, speziell auch von Mehrgrößenregelungen sowie eine Auswahl mathematischer Methoden und deren Anwendung in der Regelungstechnik vermittelt.
Vorlesungsinhalte (u.a.)

- Singulärwertzerlegung und deren Anwendung in der Regelungstechnik
- Reglerentwurf durch Minimieren eines quadratischen Gütemaßes:Riccati-Regler
- Dynamische Zustandsregler
- Reglerentwurf unter Berücksichtigung von Stellgrößenbeschränkungen: Anti-Windup- Maßnahmen
- Modellprädiktive Regelungen

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

Die Studierenden kennen Methoden zur Analyse und Synthese von komplexen Regelungssystemen, speziell auch von Mehrgrößenregelungen, aufbauend auf der Zustandsraumbeschreibung dynamischer Systeme. Sie sind in der Lage, ressourcenschonende Kriterien bei optimalen und bei prädiktiven Regelungsstrategien zu berücksichtigen.

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%

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:** Prof. Dr. Ansgar Trächtler
13	**Sonstige Hinweise:** Keine None

NEU25 Mehrkörperdynamik

Multi body dynamics

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiens.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
M.104.8252	150	5	1. - 4.	Sommersemester	1	de	P

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.104.12221 NEU25 Mehrkörperdynamik	V2 Ü2	60	90	P	35

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

Keine

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

keine / none

4 **Inhalte:**

- Einführung: Ziel und Inhalt der Vorlesung; Vektoren, Tensoren, Matrizen
- Kinematische Grundlagen: Koordinationssysteme, Koordinaten und Transformationen; Kinematik starrer Körper; Kinematik der Mehrkörpersysteme
- Kinetische Grundlagen: Kinetische Energie und Energiesatz; Trägheitseigenschaften starrer Körper; Impuls- und Drallsatz; Prinzip der virtuellen Arbeit; Prinzipe von d'Albert und Jourdain
- Bewegungsgleichungen für Mehrkörpersysteme: Newton-Eulersche Bewegungsgleichungen; Lagrangesche Bewegungsgleichungen 1. und 2. Art; Integrale der Bewegungsgleichungen; allgemeine Form der Bewegungsgleichungen; Simulationen mit Mehrkörperprogrammsystemen
- Lösungsverhalten: Stabilität der Bewegungen; Bewegung des momentenfreien Kreisels; Momentenwirkungen von Kreiseln bei gegebener Bewegung; Bewegung von Kreiseln unter äußeren Momenten; Relativbewegungen

- Introduction: Aim and Content of the lecture; vectors, tenors, matrices
- Kinematic basics: coordination systems, coordinates and transformations; Kinematics of rigid bodies; kinematics of multibody systems
- Kinetic basics: kinetic energy and energy theorem; inertial properties rigid bodies; momentum and twist theorem; principle of virtual work; principles of dÀlbert and Jourdain
- Equations of motion for mutli-body systems: Newton-Euler equations of motion; Lagrangian equations of motion of 1st and 2nd kind; integrals of the equations of motion; general form of the equations of motion; simulatons with multi-body program systems
- Solution behaviour: Stability of motions; motion of moment-free gyroscope; moment effects of gyroscopes for a given motion; motion of gyroscopes under external moments; relative motions.

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

Die Studierenden sind befähigt, Begriffe und Elemente der Mehrkörperdynamik zu erklären und Mehrkörpersysteme im dreidimensionalen Raum zu beschreiben. Die Studierenden können verschiedene Methoden der Mehrkörperdynamik anwenden, um die Bewegungsgleichungen von Mehrkörpersystemen sowohl selbst, als auch rechnergestützt zu erstellen und zu lösen. Mit den hergeleiteten Bewegungsgleichungen lässt sich die Dynamik des techn. Systems simulieren und optimieren. Optimierungsziele hinsichtlich eines nachhaltigen Systems sind u. a. ressourcenschonende Konstruktionen im Sinne des Leichtbaus, Energieeffizienz, Reduktion von Schwingungen bzw. Lärm, Erhöhung der Lebensdauer, Reduktion der Reibung und des Verschleißes

Students are able to explain concepts and elements of multibody dynamics and describe multibody systems in three-dimensional space. Students will be able to apply various methods of multibody dynamics to create and solve the equations of motion of multibody systems themselves as well as with the help of computers. The derived equations of motion can be used to simulate and optimize the dynamics of the technical system. Optimization goals with regard to a sustainable system include resource-saving designs in terms of lightweight construction, energy efficiency, reduction of vibrations and noise, increase in service life, reduction of friction and wear.

6 **Prüfungsleistung:**

☒Modulabschlussprüfung (MAP) □Modulprüfung (MP) □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:**

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 Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau V4
12	**Modulbeauftragte/r:** Prof. Dr.-Ing. habil. Walter Sextro
13	**Sonstige Hinweise:** Keine None

NEU25 Intelligente Regelungen

Intelligent Control

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiens.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
M.104.8253	150	5	1.-4.	Sommersemester	1	de	P

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.104.52266 NEU25 Intelligente Regelungen	V2 Ü2	60	90	P	35

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

Keine

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

keine / none

4 **Inhalte:**

In der Regelungstechnik ist die Nutzung von intelligenten und auf Daten basierenden Verfahren schon lange üblich. Im letzten Jahrzehnt sind zusätzlich moderne Ansätze des maschinellen Lernens immer populärer geworden. Vor allem wenn eine konventionelle mathematische Beschreibung zu schwierig oder aufwändig ist, werden alternative Ansätze verfolgt. Dies kann auch aus Gründen der Nachhaltigkeit als ein effizienter Weg angesehen werden, da Methoden ressourceneffizienter und schneller mit Hilfe von Daten angepasst werden können. Daher werden in dieser Veranstaltung intelligente und datenbasierte Verfahren im Kontext der Regelungstechnik vorgestellt mit konkretem Bezug zu regelungstechnischen Anwendungen. Es werden mögliche (positive/negative) qualitative Auswirkungen dieser Methoden auf Nachhaltigkeitsaspekte aufgezeigt, wie z.B. die Pozessinteraktionen beim Reinforcement Learning auf Materialschädigung oder der Ressourcenbedarf bei tiefen neuronalen Netzen.

- Grundlagen zu künstlicher Intelligenz und maschinellem Lernen
- Neuronale Netze
- Probabilistische Methoden und Lernverfahren
- Reinforcement Learning
- Fuzzy Systeme

	The use of intelligent and data-based methods has long been common practice in control engineering. In the last decade, modern machine learning approaches have also become increasingly popular. Alternative approaches are being pursued, especially when a conventional mathematical description is too difficult or costly. This can also be seen as an efficient way for reasons of sustainability, as methods can be adapted more resource-efficiently and quickly with the help of data. Therefore, this course will present intelligent and data-based methods in the context of control engineering with concrete reference to control engineering applications. Possible (positive/negative) qualitative effects of these methods on sustainability aspects will be shown, such as the process interactions in reinforcement learning on material damage or the resource requirements of deep neural networks. • Fundamentals of artificial intelligence and machine learning • Neural networks • Probabilistic methods and learning procedures • Reinforcement learning • Fuzzy systems
5	**Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:** Die Studierenden haben Kenntnisse über Methoden der künstlichen Intelligenz und maschinellen Lernverfahren im Kontext der Regelungstechnik und können diese anwenden und erklären. Sie sind in der Lage, zu entscheiden welche dieser Methoden auf eine vorliegende regelungstechnische Aufgabenstellung anzuwenden ist, und können qualitativ beurteilen, welcher Ressourceneinsatz dafür erforderlich ist. Students have knowledge of artificial intelligence and machine learning methods in the context of control engineering and can apply and explain them. They are able to decide which of these methods should be applied to a given control engineering task and can qualitatively assess the resources required for this.
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%

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:** Dr.-Ing. Julia Timmermann, Prof. Dr. Ansgar Trächtler
13	**Sonstige Hinweise:** Keine None

NEU25 Nichtlineare Schwingungen

Nonlinear Vibrations

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiens.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
M.104.8254	150	5	1. - 4.	Sommersemester	1	de	P

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.104.12217 NEU25 Nichtlineare Schwingungen	V2 Ü2	60	90	P	35

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

Keine

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

keine / none

4 **Inhalte:**

- Einführung: Klassifizierung der Schwingungen
- Freie Schwingungen: Beispiele, Bestimmung des Phasenportraits, Phasenportrait und Schwingungsdauer verschiedener Schwinger, Näherungsverfahren, Gedämpfte freie Schwingungen
- Selbsterregte Schwingungen: Beispiele und Energiebetrachtung, Berechnungsverfahren
- Parametererregte Schwingungen: Beispiele, Parametererregte Schwingungen in linearen Systemen
- Erzwungene Schwingungen: Harmonische Erregung von gedämpften nichtlinearen Schwingungen, Sprungphänomene, Unter-, Ober- und Kombinationsschwingungen, Mitnahmeeffekte
- Chaotische Bewegungen: Zeitdiskrete Systeme, zeitkontinuierliche Systeme, Beispiele

- Introduction: Classification of vibrations
- Free vibrations: Examples, Determination of phase portrait, Phase protrait and period of various oscillators, approximation methods, damped free oscillations
- Self-excited vibrations: Examples and energy consideration, Calculation method
- Parameter-excited vibrations: Examples, Parameter-excited vibrations in linear systems
- Forced vibrations: Harmonic excitation of damped non-linear vibrations, Jump phenomena, undershoot, overshoot and combination oscillations, entrainment effects *Chaotic movements: Discrete-time systems, continuous-time systems, examples

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

Die Studierenden können Grundbegriffe der nichtlinearen Schwingungen erklären und die verschiedenen Darstellungsmittel erläutern und berechnen. Sie können die unterschiedlichen Klassen nichtlinearer Schwingungen und deren Besonderheiten berechnen. Sie können die unterschiedlichen Klassen nichtlinearer Schwingungen und deren Besonderheiten benennen. Die Studierenden können Verfahren zur Lösung nichtlinearer schwingungstechnischer Probleme anwenden. Mit den hergeleiteten Bewegungsgleichungen lässt sich die Dynamik des techn. Systems simulieren und optimieren. Optimierungsziele hinsichtlich eines nachhaltigen Systems sind u. a. ressourcenschonende Konstruktionen im Sinne des Leichtbaus, Energieeffizienz, Reduktion von Schwingungen bzw. Lärm, Erhöhung der Lebensdauer, Reduktion der Reibung und des Verschleißes.

Students can explain the basic concepts of non-linear vibrations and explain and calculate the various means of visualisation. They can calculate the different classes of non-linear vibrations and their special features. They can name the different classes of non-linear vibrations and their special features. Students will be able to apply methods for solving non-linear vibration problems. The derived equations of motion can be used to simulate and optimize the dynamics of the technical system. Optimization goals with regard to a sustainable system include resource-saving designs in terms of lightweight construction, energy efficiency, reduction of vibrations and noise, increase in service life, reduction of friction and wear.

6 **Prüfungsleistung:**

☒Modulabschlussprüfung (MAP) □Modulprüfung (MP) □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:**

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.-Ing. habil. Walter Sextro
13	**Sonstige Hinweise:** Keine None

2.7 Vertiefungsrichtung Nachhaltigkeit und Transformation

NEU25 Sustainable Manufacturing

Sustainable Manufacturing

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiens.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
M.104.8261	150	5	1.-4.	Wintersemester	1	en	P

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.104.61280 NEU25 Sustainable Manufacturing	V2 Ü2	60	90	P	35

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

Keine

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

Empfohlen: Grundlagen der Nachhaltigkeit

Recommended: Basics of sustainability

4 **Inhalte:**

- Grundlagen der Nachhaltigkeit
- Nachhaltigkeit im Produktionskontext
- Life Cycle Assessment
- Software zur Erstellung von Ökobilanzen
- (Product) Carbon Footprint
- Life Cycle Engineering
- Müll inkl. Kunststoffabfall
- Wassernutzung und -einsparung
- Kreislaufwirtschaft
- Ressourceneffizienz
- Investitionsrechnung
- ESG
- Beispiele aus dem fabriknahen Ingenieurswesen

- Basics of sustainability
- Sustainability in the context of production
- Life Cycle Assessment
- Software for creating life cycle assessments
- (Product) Carbon Footprint
- Life Cycle Engineering
- Waste incl. plastic waste
- Water usage and conservation
- Circular economy
- Resource efficiency
- Investment analysis
- ESG
- Examples from factory-related engineering

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

Auf Basis von vermitteltem Fachwissen entwickeln die Studierenden ein tiefgehendes Verständnis für Zusammenhänge von Ökologie, Ökonomie, sozialer Verantwortung und good governance. Dabei geht die Lehrveranstaltung insbesondere auf viele ökologische Problemfelder im fabriknahen Ingenieurswesen und dem Produktlebenszyklus ein und befähigt u.a. auf Basis vielfältiger Beispiele zur Lösungsfindung, z. B. Kreislaufwirtschaft. Auf der ökonomischen Seite erwerben die Studierenden die Investitionsrechnung als Methode für die industrielle Praxis. Die teilweise Zusammenarbeit in Gruppen soll die Team- und Reflexionsfähigkeit verbessern.

On the basis of the specialist knowledge taught, the students develop an in-depth understanding of the interrelationships between ecology, economy, social responsibility and good governance. In particular, the course addresses many ecological problem areas in factory-related engineering and the product life cycle and enables students to find solutions based on a variety of examples, e.g. the circular economy. On the economic side, students acquire investment calculation as a method for industrial practice. The partial cooperation in groups is intended to improve teamwork and the ability to reflect.

6 **Prüfungsleistung:**

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

zu	**Prüfungsform**	**Dauer bzw. Umfang**	**Gewichtung für die Modulnote**
a)	Klausur oder Referat	90 - 120 Min. Klausur oder Präsentation im Umfang von 30 - 45 Min plus Ausarbeitung	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 Chemieingenieurwesen V3, Masterstudiengang Nachhaltiger Maschinenbau V1
12	**Modulbeauftragte/r:** Univ.-Prof. Dr.-Ing. Alexander Schlüter
13	**Sonstige Hinweise:** Die Veranstaltung wird voraussichtlich teilweise als Block gehalten. Nähere Informationen gibt es in der Startveranstaltung. The event is expected to be held in part as a block. More information will be provided at the kick-off event.

NEU25 Blue Engineering - Nachhaltigkeit im Ingenieurwesen

Blue Engineering - Sustainability in engineering

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiens.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
M.104.8262	150	5	1. - 4.	Sommersemester	1	de	P

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.104.32666 NEU25 Blue Engineering - Nachhaltigkeit im Ingenieurwesen	S4	60	90	WP	35

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

Keine

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

keine / none

4 **Inhalte:**

Die Inhalte ergeben sich einerseits aus einer breiten Vielfalt von zur Verfügung stehenden Grundbausteinen, wie z.B.:

- Kunststoff und seine lokalen und globalen Auswirkungen
- Technikbewertung / Technikfolgenabschätzung
- Technik als Problemlöser!?
- Technik als komplexes und voraussetzungsreiches, gesellschaftliches Sys-tem
- Gesellschaftliche Rahmenbedingungen der Technikgestaltung
- Ambivalenzen technologischer Entwicklungen
- Verantwortung und Kodizes für die Ingenieursarbeit
- die gesellschaftliche Bedeutung der Ingenieurarbeit
- Verantwortungsvolles Handeln in den Ingenieurwissenschaften Die aus dieser (nicht vollständigen und erweiterbaren!) Liste von Grundbausteinen ausgewählte Themen werden zu Beginn eines Semesters bekannt gegeben. Darüber hinaus gestaltet sich ein weiterer Teil der Veranstaltung durch die indivi-duelle Erarbeitung von neuen Grundbausteinen durch die Teilnehmenden. Dadurch wird das Angebot zur Verfügung stehender Themen/Grundbausteine für die nachfolgenden Jahrgänge steigen.

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

Nach erfolgreichem Bestehen des Moduls verfügen die Studierenden über a) Kenntnisse:

- in den Methoden zur Bewertung von Technik
- der Technikgestaltung
- der sozialen und ökologischen Verantwortung des Ingenieurberufs
- der Wechselverhältnisse von Technik, Natur, Individuum und Gesellschaft
- der Auswirkungen von Technik auf Mensch und Natur entlang des Produkt-Lebenszyklus (z.B. Anforderungen/Bedürfnisse, Rohstoffgewinnung, Arbeitsbedingungen in der Konstruktion und Produktion, Recycling, Umgang mit Müll)

b) Kompetenzen:

- zur Selbstreflexion und gemeinsamen Reflexion mit anderen über die Wechselverhältnisse von Technik, Natur, Individuum und Gesellschaft
- zur Analyse und Bewertung unterschiedlicher Perspektiven, Sichtweisen und Wissensformen
- zur Analyse und Bewertung der Wechselwirkungen zwischen Technik, Natur, Individuum und Gesellschaft
- zur Kooperation mit anderen für eine demokratische Entscheidungsfindung im Hinblick auf Prozess, Ergebnis und Umsetzung
- zur Bewältigung des Entscheidungsdilemmas, das sich aus individueller und gesellschaftlicher Verantwortung ergibt
- zur Antizipation der Auswirkungen und Risiken von Technik auf Natur und Gesellschaft
- im Bereich Moderation und Präsentation Insgesamt ergänzen die Teilnehmenden ihr bereits vorhandenes Fachwissen durch Orientierungswissen und Gestaltungskompetenzen, die ihnen helfen werden, ihre Rolle in Bezug auf Technik und Gesellschaft zu kennen und mit anderen gemeinsam auszugestalten.

6 **Prüfungsleistung:**

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

zu	**Prüfungsform**	**Dauer bzw. Umfang**	**Gewichtung für die Modulnote**
a)	schriftliche Hausarbeit (Einzelarbeit) sowie Projektarbeit (Gruppenarbeit)	15-30 Seiten sowie Dokumentation und Präsentation (30 Minuten)	50% / 50%

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 Modulteilprüfungen (MTP) bestanden sind. The credit points are awarded after the module examinations (MTP) 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:** Masterstudiengang Nachhaltiger Maschinenbau V1, Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau V4
12	**Modulbeauftragte/r:** Dr.-Ing. Sascha Schiller
13	**Sonstige Hinweise:** *Hinweise der Lehrveranstaltung NEU25 Blue Engineering - Nachhaltigkeit im Ingenieurwesen:* Die Veranstaltung wird ausschließlich für Studierende aus Masterstudiengängen angeboten.

NEU25 Nachhaltige Transformation - Defossilisierung

Sustainable Transformation - Defossilization

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiens.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
M.104.8263	150	5	1.-4.	Sommersemester	1	de	P

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.104.61260 NEU25 Nachhaltige Transformation - Defossilisierung	V2 Ü2	60	90	P	35

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

Keine

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

keine / none

4 **Inhalte:**

- Grundlagen zur nachhaltigen Transformation der Industrie
- Umsetzung von Transformationen
- Spannungsfelder
- Aspekte der Energiewirtschaft
- Energienetze und Transportfragen
- Energieversorgung und Resilienz
- Innovative Wärmeversorgungssysteme
- Wasserstoff und andere grüne Brennstoffe
- Modellierung instationärer Zustandsänderungen
- Flexibilitätsoptionen und Energiespeicherung
- Beitrag von zirkulärem Wirtschaften
- Carbon Capture
- Beispiele aus unterschiedlichen Branchen
- Defossilierung der Beispielfabrik

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

Die Studierenden erwerben in dieser Lehrveranstaltung nach der Bachelor-Lehrveranstaltung „Nachhaltige Transformation – Energieeffizienz“ erweitertes Fachwissen zu Ressourcen- und Energiemanagement in der Industrie. Nach erfolgreicher Teilnahme wissen die Studierenden bspw., wie Transformationen ablaufen und welche Hindernisse es gibt. Da am Ende der Veranstaltung ein produzierendes Beispielunternehmen virtuell defossilisiert wird, werden die benötigten Grundlagen gemeinsam zwischen Dozent und Studierenden erarbeitet und aufbereitet. Dies fördert die kommunikativen Kompetenzen sowie Team- und Reflexionsfähigkeit.

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

zu	**Prüfungsform**	**Dauer bzw. Umfang**	**Gewichtung für die Modulnote**
a)			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 Modulteilprüfungen (MTP) bestanden sind. The credit points are awarded after the module examinations (MTP) 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:** Masterstudiengang Chemieingenieurwesen V3, Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau V4
12	**Modulbeauftragte/r:** Univ.-Prof. Dr.-Ing. Alexander Schlüter
13	**Sonstige Hinweise:** Keine None

NEU25 Nachhaltige Lösungen für Smart Cities

Sustainable Solutions for Smart Cities

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiens.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
M.104.8264	150	5	1.-4.	Sommersemester	1	de	P

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.104.61250 NEU25 Nachhaltige Lösungen für Smart Cities	V1 S3	60	90	P	12

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

Keine

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

Keine

None

4 **Inhalte:**

Die Inhalte variieren von Jahr zu Jahr. Grundsätzlich geht es um interdisziplinäre Entwicklung von nachhaltigen Lösungen für die Smart City, was aber auch kleinere Einheiten wie Dörfer betreffen darf. Die Themen Energie und Ressourcen werden außerdem dabei zumeist zentral sein. Beispiele können sein: widerstandsfähige Energieinfrastruktur und Sicherheit der Versorgung, Energiespeicher Fabrik, Drohnen-Nutzung zur Prozessüberwachung in Fabriken, Wasserstofftransport und -nutzung in der Smart City, nachhaltiges Wirtschaften etc. Grund-Bestandteile der Veranstaltung:

- Grundlagen zum Begriff Smart City
- Themenfelder der Smart City
- Roadmapping: auf dem Weg zur Smart City
- Grundlagen zum Thema des Semesters (variiert)
- Vorstellung der Fragestellungen
- Durchführung einer Projektierung als Gruppe

The content varies from year to year. Basically, it's about the interdisciplinary development of sustainable solutions for smart cities, but it can also cover smaller units like villages. Energy and resources will usually be central topics. Examples include: resilient energy infrastructure and security of supply, energy storage factories, drone use for process monitoring in factories, hydrogen transport and use in smart cities, sustainable management, etc. Basic components of the course:

- Basics of the term "smart city"
- Topics related to smart cities
- Roadmapping: on the way to a smart city
- Basics of the semester topic (varies)
- Presentation of the questions
- Carrying out a project as a group

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

Zunächst erwerben die Studierenden Fachwissen zum Unterthema des Semesters (siehe Inhalte). Hierzu werden Problemstellungen vorgegeben oder gemeinsam formuliert . In Gruppen erarbeiten die Studierenden Lösungen für nachhaltigeres Zusammenleben bzw. Wirtschaften. Dies kann z. B. eine technische (ggf. patentwürdige) Lösung, ein Prototyp für ein Produkt, eine Business-Idee zu einer Ausgründung oder auch eine eingehende Beschäftigung sein. Das Vorgehen fördert die kommunikativen Kompetenzen sowie Team- und Reflexionsfähigkeit.

First, students acquire specialist knowledge on the subtopic of the semester (see contents). To this end, problems are predetermined or formulated jointly. In groups, students develop solutions for more sustainable coexistence and economic activity. This could be a technical solution (possibly patentable), a prototype for a product, a business idea for a spin-off, or an in-depth study. The approach promotes communication skills as well as teamwork and reflective thinking.

6 **Prüfungsleistung:**

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

zu	**Prüfungsform**	**Dauer bzw. Umfang**	**Gewichtung für die Modulnote**
a)	Schriftliche Hausarbeit sowie Projektarbeit	15 Minuten / 25 Minuten	40% / 60%

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 Modulteilprüfungen (MTP) bestanden sind.

The credit points are awarded after the module examinations (MTP) 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:** Masterstudiengang Chemieingenieurwesen V3, Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau V4
12	**Modulbeauftragte/r:** Univ.-Prof. Dr.-Ing. Alexander Schlüter
13	**Sonstige Hinweise:** Keine None

2.8 Vertiefungsrichtung Produktentwicklung

NEU25 Produktentstehung							
Product Creation							
Modulnummer:	**Workload (h):**	**LP:**	**Studiens.:**	**Turnus:**	**Dauer (in Sem.):**	**Sprache:**	**P/WP:**
M.104.8271	150	5	1. - 4.	Sommersemester	1	de	P

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	**Lehrform**	**Kontaktzeit (h)**	**Selbststudium (h)**	**Status (P/WP)**	**Gruppengröße (TN)**
a)	L.104.51213 NEU25 Produktentstehung	V2 Ü2	60	90	P	35

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 • Grundlagen des Produktlebenszyklus • Product Life Cycle Management (PLM) • Digitale und virtuelle Produktentstehung • Entwicklungsmethodik nach VDI 2206 und VDI 2221 • Strategische Produktplanung • Anforderungsentwicklung • Systemarchitektur • Disziplinspezifischer Entwurf • Design for Sustainability und R-Strategien • Prototyping (HiL, SiL, XiL) • Planung und Durchführung der Eigenschaftsabsicherung • Produktionsplanung und Realisierung • Ressourceneffizienz in der Produktentstehung • Digitale Zwillinge in der Nutzung / Betrieb • Digitale Zwillinge im Service • Außerbetriebnahme am Beispiel der Demontage

	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 • Fundamentals of the Product Lifecycle • Product Life Cycle Management (PLM) • Digital and Virtual Product Creation • Development Methodology according to VDI 2206 and VDI 2221 • Strategic product planning • Requirements Engineering • System Architecture • Discipline-Specific Engineering • Design for Sustainability and R-Strategies • Prototyping (HiL, SiL, XiL) • Planning and Execution of Verification and Validation • Production Planning and Implementation • Resource Efficiency in Product Creation • Digital Twins in Product Use and Operation • Digital Twins in Service • End-of-Life Processes using the Example of Disassembly
5	**Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:** 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. 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 Komplexitätsmanagements und sind in der Lage, diese anzuwenden. Die Studierenden bearbeiten selbstständig Aufgaben auf Basis der vermittelten Entwicklungsmethodiken. Zur ressourcenschonenden Produktion kennen sie aktuelle Ansätze wie Digitalisierung und wenden diese an. Sie zählen Elemente des Produktlebenszyklusmanagements auf und ordnen diese ein.

	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. Depending on the 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 apply these. Students work independently on tasks based on the engineering methods taught. They are familiar with current approaches for resource-efficient production, such as digitalisation, and apply these. They list elements of product lifecycle management and classify them.
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%

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 Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau V4
12	**Modulbeauftragte/r:** Prof. Dr. Iris Gräßler
13	**Sonstige Hinweise:** Keine None

NEU25 Antriebstechnik							
Drive Systems							
Modulnummer:	**Workload (h):**	**LP:**	**Studiens.:**	**Turnus:**	**Dauer (in Sem.):**	**Sprache:**	**P/WP:**
M.104.8272	150	5	1. - 4.	Wintersemester	1	de	P

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	**Lehrform**	**Kontaktzeit (h)**	**Selbststudium (h)**	**Status (P/WP)**	**Gruppengröße (TN)**
a)	L.104.14233 NEU25 Antriebstechnik	V3 Ü1	60	90	P	35

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

Keine

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

Keine

None

4	**Inhalte:** Die Lehrveranstaltung vermittelt Grundkenntnisse zur Auslegung von elektro-mechanischen Antriebssystemen, die in der industriellen Antriebstechnik sowie beim elektrifizierten Fahrzeugantriebsstrang zur Anwendung kommen. Dabei werden folgende Inhalte besprochen: • Grundlagen: Zunächst werden physikalische sowie allgemeine Grundlagen der Antriebstechnik vorgestellt und wesentliche Begrifflichkeiten anhand von Beispielen näher erläutert. Das Vorgehen für die Antriebsauslegung inklusive Berücksichtigungen von sicherheitsrelevanten Themen sowie Aspekte der Energieeffizienz und Ressourcenschonung wird beschrieben. • Elektrische Maschinen: Das Kapitel beinhaltet die Erläuterung von Gleich- sowie Wechselstrommotoren, deren Funktionsweise und behandelt besondere Motorenbauformen. Ein besonderes Augenmerk wird dabei auf den Wirkungsgrad und thermische Belastbarkeit von unterschiedlichen Maschinentypen geworfen. • Antriebe mit Frequenzumrichter: Es wird auf die Funktionsweise von Frequenzumrichtern eingegangen und relevante Aspekte für den Betrieb anhand von Anwendungsbeispielen erläutert. • Zahnradgetriebe: Die Funktion und wichtige Eigenschaften für die Getriebeauslegung werden beschrieben. Zur Abdeckung vieler Übersetzungen mit möglichst wenig Komponenten werden Baukastensysteme und Sonderbauformen vorgestellt. Zusätzlich werden Aspekte der Wirkungsgradoptimierung vermittelt. • Kupplungen und Bremsen: Zunächst werden grundlegende Funktionen von Kupplungen und relevante Bauformen vorgestellt. Beschleunigungs- und Abbremsvorgänge werden tiefergehend erläutert und Anwendungsbeispiele, insbesondere für eine Federkraftbremse, beschrieben. Freiwillige Praktika zeigen den Studierenden die Anwendung und vertiefen die erworbenen Kenntnisse. The course provides basic knowledge on the design of electro-mechanical drive systems which are used in industrial drive technology and electrified vehicle powertrains. The following contents are discussed: • Fundamentals: First, the physical and general fundamentals of drive technology are presented and key terms are explained in more detail using examples. The procedure for drive design, including consideration of safety-relevant topics as well as energy efficiency and conservation of resources, is described. • Electrical machines: The chapter includes an explanation of DC and AC motors, their mode of operation and special motor designs. Particular attention is paid to the efficiency and thermal load capacity of different machine types. • Drives with frequency inverters: The functionality of frequency inverters is discussed and relevant aspects for operation are explained using application examples. • Gearboxes: The function and important properties for gearbox design are described. Modular systems and special designs are presented to cover many gear ratios with as few components as possible. Aspects of efficiency optimisation are also explained. • Clutches and brakes: First, the basic functions of clutches and relevant designs are presented. Acceleration and braking processes are explained in more detail and application examples, in particular for a spring-applied brake, are described. Voluntary practicals demonstrate the application to students and deepen the knowledge acquired.

<table>
<tr><td>5</td><td>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:

Die Studierenden besitzen systematisch aufgebaute Kenntnisse über elektromechanische Antriebssysteme, deren Aufbau und die Wirkungsweise ihrer Komponenten. Sie können die relevanten physikalischen Gesetzmäßigkeiten zur Beschreibung des Bewegungsverhaltens benennen und bei der Auslegung von Antriebssystemen anwenden. Die Studierenden sind in der Lage, Antriebskomponenten (Getriebe, Kupplung, elektrische Maschine, Frequenzumrichter) unter Vorgabe bestimmter Betriebsparameter auszuwählen und in ein Antriebssystem zu integrieren. Weiterhin können sie bestehende Antriebslösungen hinsichtlich ihrer Funktionalität und Funktionserfüllung bewerten und ggf. hinsichtlich Funktionserfüllung, Wirkungsgrad und Lebensdauer optimieren.

Students have a systematic knowledge of electromechanical drive systems, their structure and mode of operation of their components. They will be able to name the relevant physical laws for describing motion behavior and apply them to the design of drive systems. Students will be able to select drive components (gearbox, coupling, electric machine, frequency converter) based on specific operating parameters and integrate them into a drive system. Furthermore, they will be able to evaluate existing drive solutions with regard to their functionality and functional performance and, if necessary, optimize them with regard to functional performance, efficiency and service life.</td></tr>
<tr><td>6</td><td>Prüfungsleistung:

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

<table>
<tr><th>zu</th><th>Prüfungsform</th><th>Dauer bzw. Umfang</th><th>Gewichtung für die Modulnote</th></tr>
<tr><td>a)</td><td>Klausur oder mündliche Prüfung</td><td>90 - 120 Minuten oder 45 - 60 Minuten</td><td>100%</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>7</td><td>Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:

keine / none</td></tr>
<tr><td>8</td><td>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:

Keine

None</td></tr>
<tr><td>9</td><td>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.</td></tr>
<tr><td>10</td><td>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).</td></tr>
<tr><td>11</td><td>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:

Masterstudiengang Chemieingenieurwesen V3, Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau V4</td></tr>
</table>

12	**Modulbeauftragte/r:** Prof. Dr. Balázs Magyar
13	**Sonstige Hinweise:** Literatur: • Rieg, Steinhilper: Handbuch Konstruktion, Hanser Verlag, 2018 • Kiel, E.: Antriebslösungen, Mechatronik für Produktion und Logistik, Springer Verlag, 2007 • Hagl, R.: Elektrische Antriebstechnik, Hanser Verlag, 2021 • Kral, C.: Grundlagen der Antriebstechnik, Hanser Verlag, 2023 • Klocke, F., Brecher, C.: Zahnrad und Getriebetechnik, Hanser Verlag, 2017 Literature: • Rieg, Steinhilper: Handbuch Konstruktion, Hanser Verlag, 2018 • Kiel, E.: Antriebslösungen, Mechatronik für Produktion und Logistik, Springer Verlag, 2007 • Hagl, R.: Elektrische Antriebstechnik, Hanser Verlag, 2021 • Kral, C.: Grundlagen der Antriebstechnik, Hanser Verlag, 2023 • Klocke, F., Brecher, C.: Zahnrad und Getriebetechnik, Hanser Verlag, 2017

NEU25 Mehrkörperdynamik

Multi body dynamics

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiens.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
M.104.8252	150	5	1. - 4.	Sommersemester	1	de	P

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.104.12221 NEU25 Mehrkörperdynamik	V2 Ü2	60	90	P	35

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

Keine

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

keine / none

4 **Inhalte:**

- Einführung: Ziel und Inhalt der Vorlesung; Vektoren, Tensoren, Matrizen
- Kinematische Grundlagen: Koordinationssysteme, Koordinaten und Transformationen; Kinematik starrer Körper; Kinematik der Mehrkörpersysteme
- Kinetische Grundlagen: Kinetische Energie und Energiesatz; Trägheitseigenschaften starrer Körper; Impuls- und Drallsatz; Prinzip der virtuellen Arbeit; Prinzipe von d'Albert und Jourdain
- Bewegungsgleichungen für Mehrkörpersysteme: Newton-Eulersche Bewegungsgleichungen; Lagrangesche Bewegungsgleichungen 1. und 2. Art; Integrale der Bewegungsgleichungen; allgemeine Form der Bewegungsgleichungen; Simulationen mit Mehrkörperprogrammsystemen
- Lösungsverhalten: Stabilität der Bewegungen; Bewegung des momentenfreien Kreisels; Momentenwirkungen von Kreiseln bei gegebener Bewegung; Bewegung von Kreiseln unter äußeren Momenten; Relativbewegungen

- Introduction: Aim and Content of the lecture; vectors, tenors, matrices
- Kinematic basics: coordination systems, coordinates and transformations; Kinematics of rigid bodies; kinematics of multibody systems
- Kinetic basics: kinetic energy and energy theorem; inertial properties rigid bodies; momentum and twist theorem; principle of virtual work; principles of dÀlbert and Jourdain
- Equations of motion for mutli-body systems: Newton-Euler equations of motion; Lagrangian equations of motion of 1st and 2nd kind; integrals of the equations of motion; general form of the equations of motion; simulatons with multi-body program systems
- Solution behaviour: Stability of motions; motion of moment-free gyroscope; moment effects of gyroscopes for a given motion; motion of gyroscopes under external moments; relative motions.

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

Die Studierenden sind befähigt, Begriffe und Elemente der Mehrkörperdynamik zu erklären und Mehrkörpersysteme im dreidimensionalen Raum zu beschreiben. Die Studierenden können verschiedene Methoden der Mehrkörperdynamik anwenden, um die Bewegungsgleichungen von Mehrkörpersystemen sowohl selbst, als auch rechnergestützt zu erstellen und zu lösen. Mit den hergeleiteten Bewegungsgleichungen lässt sich die Dynamik des techn. Systems simulieren und optimieren. Optimierungsziele hinsichtlich eines nachhaltigen Systems sind u. a. ressourcenschonende Konstruktionen im Sinne des Leichtbaus, Energieeffizienz, Reduktion von Schwingungen bzw. Lärm, Erhöhung der Lebensdauer, Reduktion der Reibung und des Verschleißes

Students are able to explain concepts and elements of multibody dynamics and describe multibody systems in three-dimensional space. Students will be able to apply various methods of multibody dynamics to create and solve the equations of motion of multibody systems themselves as well as with the help of computers. The derived equations of motion can be used to simulate and optimize the dynamics of the technical system. Optimization goals with regard to a sustainable system include resource-saving designs in terms of lightweight construction, energy efficiency, reduction of vibrations and noise, increase in service life, reduction of friction and wear.

6 **Prüfungsleistung:**

☒Modulabschlussprüfung (MAP) □Modulprüfung (MP) □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:**

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 Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau V4
12	**Modulbeauftragte/r:** Prof. Dr.-Ing. habil. Walter Sextro
13	**Sonstige Hinweise:** Keine None

NEU25 Strukturmechanik mit FEM 2

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiens.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
M.104.8274	150	5	1. - 4.	Sommersemester	1	de	P

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.104.13244 NEU25 Strukturmechanik mit FEM 2	V2 Ü2	60	90	P	35

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

Keine

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

keine / none

4 **Inhalte:**

Die Finite Elemente Methode (FEM) ist das wichtigste Werkzeug eines Berechnungsingenieurs, um bereits in der Entwicklungsphase die Betriebsbeanspruchung eines Produkts simulativ ermitteln zu können. Mit Hilfe der FEM können Strukturen beanspruchungsgerecht und leicht gestaltet, die Produktlebensdauer erhöht sowie teure experimentelle Untersuchungen durch numerische Simulationen ersetzt werden. Im Sinne der Nachhaltigkeit unterstützt die FEM den sparsamen Einsatz von Ressourcen, wie Werkstoffe und Energie, reduziert dadurch den Ausstoß von Treibhausgasen und hilft Entwicklungskosten zu senken.
Die Vorlesung “Strukturmechanik mit der FEM 2” befasst sich insbesondere mit folgenden Punkten:

- Vertiefung und Erweiterung der praktischen Anwendung der FEM,
- FEM bei nichtlinearen Verformungen, geometrische Steifigkeitsmatrix, Knicken von Balken, Beulen von Platten,
- FEM bei Dynamikproblemen, Bewegungsgleichung, Massenmatrizen, Dämpfungsmatrizen, Schwingungen von elastischen Systemen,
- Eigenschwingungen und erzwungene Schwingungen,
- Lösung der Bewegungsgleichung mit impliziter und expliziter FEM,
- Simulationsbeispiele, die den Beitrag der FEM zur Nachhaltigkeit von Produkten zeigen.

The finite element method (FEM) is the most important tool for a mechanical engineer to be able to simulate the operational stress of a product as early as the development phase. With the help of FEM, structures can be designed to withstand stresses and be lightweight, product service life can be increased and expensive experimental tests can be replaced by numerical simulations. In terms of sustainability, FEM supports the economical use of resources such as materials and energy, thereby reducing greenhouse gas emissions and helping to cut development costs.
The lecture “Structural Mechanics with FEM 2” deals in particular with the following contents:

- Consolidation and extension of the practical application of FEM,
- FEM for non-linear deformations, geometric stiffness matrix, buckling of beams, buckling of plates,
- FEM for dynamic problems, equation of motion, mass matrices, damping matrices, vibrations of elastic systems,
- Natural vibrations and forced vibrations,
- Solving the equation of motion with implicit and explicit FEM,
- Simulation examples that show the contribution of FEM to the sustainability of products.

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

Mit den Inhalten der Vorlesung “Strukturmechanik in der FEM 2” sind die Studierenden in der Lage

- mit den Prinzipien der FEM Steifigkeitsbeziehungen für Stabilitätsprobleme für elastische Systeme zu erstellen sowie Eigenwerte und Eigenformen zu ermitteln
- selbständig die dynamischen Gleichungen von komplexen mechanischen Systemen herzuleiten und rechnergestützt zu lösen,
- problemorientiert den Einsatz der impliziten oder der expliziten FEM auszuwählen,
- die numerisch ermittelten Ergebnisse kritisch zu prüfen und zu beurteilen und
- die FEM im Sinne der Nachhaltigkeit von den zu entwickelnden Produkten einzusetzen.

With the contents of the lecture “Structural Mechanics in FEM 2”, students are able

- to use the principles of FEM to create stiffness relationships for stability problems for elastic systems and determine eigenvalues and mode shapes,
- to independently derive the dynamic equations of complex mechanical systems and solve them with the aid of computers,
- to select the use of implicit or explicit FEM in a problem-oriented manner,
- to critically examine and evaluate the results obtained using the numerical method and
- to use the FEM in terms of the sustainability of the products to be developed.

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%

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 Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau V4
12	**Modulbeauftragte/r:** Prof. Dr.-Ing. Gunter Kullmer
13	**Sonstige Hinweise:** Keine None

2.9 Vertiefungsrichtung Werkstoffeigenschaften und -simulation

NEU25 Bruchmechanik

Fracture Mechanics

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiens.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
M.104.8281	150	5	1. - 4.	Wintersemester	1	de	P

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.104.22231 NEU25 Bruchmechanik	V2 P2	60	90	P / WP	35

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

Keine

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

keine / none

4 **Inhalte:**

- Konzepte der Bruchmechanik für nachhaltige Bauteilauslegung
- Spannungs- und Verschiebungsfelder in elastischen Festkörpern mit Rissen
- Berechnung von Spannungsintensitätsfaktoren
- Bruchkriterium von Griffith und Energiebetrachtungen zum Griffith-Riss (Irwinsche Formeln)
- Spannungsfunktionen von Westergaard und Williams
- Methoden zur Ermittlung von Spannungsintensitätsfaktoren
- Rissausbreitungskriterien
- Elasto-Plastische Bruchmechanik
- R6-Methode

- Concepts of fracture mechanics for sustainable component design
- Stress and displacement fields in elastic solids with cracks
- Calculation of stress intensity factors
- Griffith's fracture criterion and energy considerations for the Griffith crack (Irwin's formulae)
- Stress functions of Westergaard and Williams
- Methods for determining stress intensity factors
- Crack propagation criteria
- Elasto-plastic fracture mechanics
- R6 method

5	**Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:** Die Studierenden können Konzepte der Bruchmechanik für nachhaltige Bauteilauslegung auflisten. Sie sind in der Lage Spannungsintensitätsfaktoren zu erklären. Des Weiteren können sie diese auf praxisrelevante Beispiele anwenden und berechnen. Die Studierenden können Problemstellungen der linear elastischen und elasto-plastischen Bruchmechanik beurteilen. Students can list concepts of fracture mechanics for sustainable component design and are able to explain stress intensity factors. Furthermore, they can execute and calculate these to practical examples. Students will be able to evaluate problems in linear elastic and elasto-plastic fracture mechanics.
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%

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 Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau V4
12	**Modulbeauftragte/r:** Dr. Ismail Caylak
13	**Sonstige Hinweise:** Keine None

NEU25 FEM in der Werkstoffsimulation

FEM in material modeling

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiens.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
M.104.8282	150	5	1. - 4.	Wintersemester	1	de	P

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.104.22222 NEU25 FEM in der Werkstoffsimulation	V2 Ü2	60	90	P	35

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

Keine

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

keine / none

4 **Inhalte:**

- Problemstellungen des Maschinenbaus: Elastische Probleme, Stationäre Wärmeleitung
- Grundlagen von nachhaltigen virtuellen Experimenten, wie die ein-, zwei- und dreidimensionale Finite-Element Formulierung
- Einführung in gemischte Formulierungen
- Einführung in adaptive Verfahren
- Anwendungen der FEM in Pre- und Post-Processing mit Einführung in Abaqus-CAE
- Implementierung in MATLAB (Pre-Processing, Aufstellen und Lösen des Gleichungssystems, Post-Processing)

- Problems in mechanical engineering: Elastic problems, stationary heat conduction
- Basics of sustainable virtual experiments, such as one-, two- and three-dimensional finite element formulation
- Introduction to mixed formulations
- Introduction to adaptive methods
- Applications of FEM in pre- and post-processing with introduction to Abaqus-CAE
- Implementation in MATLAB (pre-processing, setting up and solving the system of equations, post-processing)

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

Die Studierenden können Berechnungsmethoden der Mechanik wiedergeben und können maschinenbauliche Aufgabenstellungen mit der Finite-Element-Methode bearbeiten. Sie sind in der Lage, die wichtigsten Berechnungsverfahren zur Bewertung von Bauteilen zielgerichtet anzuwenden. Die Studierenden können für konkrete Berechnungsbeispiele der Werkstoffmechanik die relevanten Zusammenhänge erläutern und sind darüber hinaus in der Lage, Umformprozesse, Materialverhalten und bruchsicheres Gestalten mittels der computergestützten Simulation (FEM) zu berechnen und analysieren.

Students can repeat calculation methods in mechanics and can describe mechanical engineering tasks using the finite element method. They are able to apply the most important calculation methods for the evaluation of components in a targeted manner. Students can explain the relevant relationships for specific calculation examples in materials mechanics and are also able to calculate and analyze forming processes, material behavior and fracture-resistant design using computer-aided simulation (FEM).

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%

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 Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau V4

12 **Modulbeauftragte/r:**

Dr. Ismail Caylak

13 **Sonstige Hinweise:**

Keine

	None

NEU25 Simulation of Materials

Simulation of materials

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiens.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
M.104.8283	150	5	1. - 4.	Sommersemester	1	en	P

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.104.22261 NEU25 Simulation of materials	V2 Ü2	60	90	P	35

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

Keine

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

keine / none

4 **Inhalte:**

- Konstitutive Gleichungen der Elastoplastizität, Viskoelastizität und Viskoplastizität für die Modellierung moderner Leichtbaumaterialien
- Ein- und mehrdimensionale Formulierung der konstitutiven Gleichungen
- Anwendungen von nachhaltigen virtuellen Experimenten, wie der FEM, in Pre- und Post-Processing mit Abaqus CAE
- Implementierung in MATLAB: Eindimensionale Elastoplastizität mit linearer und nichtlinearer isotroper Verfestigung

- Constitutive equations of elasto-plasticity, visco-elasticity and visco-plasticity for modeling of modern lightweight structures
- One and multi dimensional of constitutive equations
- Applications of sustainable virtual experiments, such as FEM, in Pre- und Post-Processing
- Implementation in MATLAB: One dimensional elasto plasticity with linear and nonlinear hardening

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

Die Studierenden können für konkrete Berechnungsbeispiele der Werkstoffmechanik die relevanten Zusammenhänge benennen. Sie sind darüber hinaus in der Lage, Umformprozesse und Materialverhalten mittels nachhaltiger virtueller Experimente (computergestützten Simulation) zu berechnen. Die Studierenden können zudem numerische Methoden für eindimensionale Problemstellungen der Werkstoffmechanik selbstständig aufbauen.

	Students will be able to list the relevant relationships for specific calculation examples in materials mechanics. They are also able to calculate forming processes and material behavior using sustainable virtual experiments (computer-aided simulation). Students will also be able to independently develop numerical methods for one-dimensional problems in materials mechanics.
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%

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. Ismail Caylak
13	**Sonstige Hinweise:** Keine None

NEU25 Numerische Methoden in der Mechanik

Numerical methods in mechanics

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiens.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
M.104.8284	150	5	1. - 4.	Sommersemester	1	de	P

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.104.22236 NEU25 Numerische Methoden in der Mechanik	V2 Ü2	60	90	P	35

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

Keine

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

Keine

None

4 **Inhalte:**

- Grundbegriffe: Anfangsrandwertprobleme der Thermo-Elastizität und Thermo-Mechanik, Taylor-Reihe.
- Bilanzgleichungen: Ein - und zweidimensionale Wärmebilanzgleichung, Massenbilanz, Kräftebilanz.
- Lineare Gleichungssystem: Koeffizientendarstellung, Matrixdarstellung, Gaußverfahren, Pivotierung, Gauß-Seidel, iterative Verfahren.
- Finite-Differenzen-Methode Beispiele: Leuchtturm, eindimensionale Wärmeleitungsgleichung mit der FDM.
- Gewöhnliche Differentialgleichungen: 1.Ordnung, N.Ordnung, Systeme von gewöhnlichen Differentialgleichungen.
- Anfangsrandwertprobleme: Rand- Anfangsbedingungen, Stoffgesetze, kinematische Beziehungen, Beispiel: Einaxial belasteter Stab und Temperaturprobleme.
- Effiziente numerische Lösung der Anfangsrandwertprobleme: Explizites Euler Verfahren, implizites Euler Verfahren, Runge-Kutta Verfahren, S-stufiges Runge-Kutta, Stabilitätsanalyse und Fehlerschätzung, globaler Fehler, Fehlertransport, L- und A-Stabilität.
- Adaptivität für Ressourceneffizienz: Algorithmen, exakte Lösung, lokaler Fehler, Richardson Extrapolation, Schrittweitensteuerung, Fehlerschätzer.

- Basic concepts: Initial boundary value problems of thermo-elasticity and thermo-mechanics, Taylor series.
- Balance equations: One - and two - dimensional heat balance equation, mass balance, force balance.
- Linear system of equations: coefficient representation, matrix representation, Gaussian method, pivoting, Gauss-Seidel, iterative methods.
- Finite difference method examples: lighthouse, one-dimensional heat conduction equation with the FDM.
- Ordinary differential equations: 1st order, Nth order, systems of ordinary differential equations.
- Initial boundary value problems: boundary initial conditions, material laws, kinematic relationships, example: uniaxially loaded bar and temperature problems.
- Efficient numerical solution of initial boundary value problems: Explicit Euler method, implicit Euler method, Runge-Kutta method, S-stage Runge-Kutta, stability analysis and error estimation, global error, error transport, L- and A-stability.
- Adaptivity for resource efficiency: algorithms, exact solution, local error, Richardson extrapolation, step size control, error estimator.

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

Die Studierenden können verschiedene numerisch effiziente Berechnungsmethoden auflisten und können diese auf maschinenbauliche Problemstellungen anwenden. Sie sind darüber hinaus in der Lage, für konkrete Berechnungsbeispiele aus den Gebieten der Festkörpermechanik die relevanten mathematischen Zusammenhänge, wie z.B. das ressourceneffiziente Lösen von linearen und nichtlinearen Gleichungssystemen und Differentialgleichungen, sowie die Eigenwertberechnung, in MATLAB zu entwickeln.

Students will be able to list various numerical calculation methods and apply them to mechanical engineering problems. They are also able to develop the relevant mathematical relationships for specific calculation examples from the field of solid mechanics, such as resource-efficient solving linear and non-linear systems of equations and differential equations, as well as eigenvalue calculation, in MATLAB.

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%

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. Ismail Caylak
13	**Sonstige Hinweise:** Keine None

2.10 Vertiefungsrichtung Ingenieurinformatik

Datenstrukturen und Algorithmen

Data Structures and Algorithms

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiens.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
M.079.1222	240	8	3	Wintersemester	1	de	P

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.079.05302 Datenstrukturen und Algorithmen	V4 Ü2 Z1	105	135	P	300/25

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

keine / none

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

keine

Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Datenstrukturen und Algorithmen:
Empfohlene Vorkenntnisse:
Bereitschaft und Fähigkeit, den kreativen Prozess des Algorithmenentwurfs und die Effizienzanalyse u. a. mit mathematischen Methoden zu erlernen

none

Prerequisites of course Datenstrukturen und Algorithmen:
Recommended Proficiencies:
Willingness and ability to learn the creative process of algorithm design and efficiency analysis using mathematical methods

4	**Inhalte:** *Inhalte der Lehrveranstaltung Datenstrukturen und Algorithmen:* Algorithmen bilden die Grundlage jeder Hardware und Software: Ein Schaltkreis setzt einen Algorithmus in Hardware um, ein Programm macht einen Algorithmus "für den Rechner verstehbar". Algorithmen spielen daher eine zentrale Rolle in der Informatik. Wesentliches Ziel des Algorithmenentwurfs ist die (Ressourcen-) Effizienz, d.h. die Entwicklung von Algorithmen, die ein gegebenes Problem möglichst schnell oder mit möglichst geringem Speicherbedarf lösen. Untrennbar verbunden mit effizienten Algorithmen sind effiziente Datenstrukturen, also Methoden, große Datenmengen im Rechner so zu organisieren, dass Anfragen wie Suchen, Einfügen, Löschen aber auch komplexere Anfragen effizient beantwortet werden können. Die in dieser Veranstaltung vorgestellten Entwurfs- und Analysemethoden für effiziente Algorithmen und Datenstrukturen sowie die grundlegenden Beispiele wie Sortierverfahren, dynamische Suchstrukturen und Graphenalgorithmen gehören zu den wissenschaftlichen Grundlagen für Algorithmenentwicklung und Programmierung in weiten Bereichen der Informatik. • Einführung: Rechenmodelle, Effizienzmaße, Beispiele • Sortierverfahren: Quicksort, Heapsort, Mergesort • Datenstrukturen: Verkette Listen, Bäume, Graphen, Dynamische Suchbäumen, Hashing, Prioritätswarteschlangen • Entwurfs- und Analyseverfahren: Rekursion und das Mastertheorem, Teile-und-Herrsche, Dynamische Programmierung, Backtracking, Branch & Bound, Greedy Algorithmen • Graphenalgorithmen: Kürzeste Wege, Minimale Spannbäume *Contents of the course Datenstrukturen und Algorithmen:* Algorithms form the basis of all hardware and software: A circuit converts an algorithm into hardware, a program makes an algorithm "understandable for the computer". Algorithms therefore play a central role in computer science. The main goal of algorithm design is (resource-) efficiency, i.e. the development of algorithms that solve a given problem as quickly as possible or with the least possible memory requirement. In addition to efficient algorithms, efficient data structures are required. These are methods to organize large amounts of data in the computer in such a way that requests like search, insertion and deletion of data items is supported, but also more complex queries can be answered efficiently. Design and analysis methods for efficient algorithms and data structures as well as basic examples such as sorting methods, dynamic search structures and graph algorithms are among the scientific foundations for algorithm development and programming in computer science. • Introduction: calculation models, efficiency measures, examples • Sorting method: Quicksort, Heapsort, Mergesort • Data structures: linked lists, trees, graphs, dynamic search trees, hashing, priority queues • Design and analysis methods: recursion and the master theorem, divide and conquer, dynamic programming, backtracking, branch & bound, greedy algorithms • Graph algorithms: Shortest paths, minimum spanning trees
5	**Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:** Nach Abschluss des Moduls können die Studierenden

- effiziente Datenstrukturen und Algorithmen für ausgewählte grundlegende Probleme erklären und anwenden,
- Methoden zum Korrektheitsbeweis und zur Effizienzanalyse von Algorithmen und Datenstrukturen einsetzen,
- selbstständig und kreativ Algorithmen und Datenstrukturen entwickeln,
- mathematische Methoden zum Korrektheitsbeweis und zur Effizienzanalyse einsetzen,
- die Wechselwirkung zwischen Algorithmus und Datenstruktur an wesentlichen Beispielen erläutern,
- die Qualität von Algorithmen und algorithmischen Ansätzen unter Effizienzaspekten einschätzen,
- sich neue Algorithmen, Datenstrukturen und algorithmische Ideen und Analysen aneignen.

Upon completion of the module, students will be able to

- explain and apply efficient data structures and algorithms to selected fundamental problems.
- use methods for correctness proof and efficiency analysis of algorithms and data structures.
- independently and creatively develop algorithms and data structures.
- apply mathematical methods for correctness proof and efficiency analysis.
- explain the interaction between algorithm and data structure using essential examples.
- assess the quality of algorithms and algorithmic approaches from an efficiency point of view.
- acquire new algorithms, data structures and algorithmic ideas and analyses.

6 **Prüfungsleistung:**

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

zu	**Prüfungsform**	**Dauer bzw. Umfang**	**Gewichtung für die Modulnote**
a)	Klausur	120-180 min	100%

7 **Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:**

zu	**Form**	**Dauer bzw. Umfang**	**SL / QT**
a)	Übungsaufgaben		SL

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

Bestehen der Studienleistung

Passing of course achievement

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

Die Vergabe von Credits erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.

The credit points are awarded after the module examination 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:** Bachelorstudiengang Informatik v5 (IBA v5)
12	**Modulbeauftragte/r:** Prof. Dr. Christian Scheideler, Prof. Dr. Sevag Gharibian, Prof. Dr. Stefan Böttcher
13	**Sonstige Hinweise:** *Hinweise der Lehrveranstaltung Datenstrukturen und Algorithmen:* **Methodische Umsetzung:** • Vorlesung mit Beamer und Tafelanschrieb • Übungen in Kleingruppen • erwartete Aktivitäten der Studierenden: aktive Mitarbeit bei Präsenzübungen, Hausaufgaben • Übungsblätter, Musterlösungen werden in Zentralübungen vorgestellt • In Übungen und Hausaufgaben werden Entwurf und Analyse von Algorithmen an ausgewählten Beispielen geübt. **Lernmaterialien, Literaturangaben:** • Standardlehrbücher, Foliensatz der Vorlesung, Übungsblätter *Remarks of course Datenstrukturen und Algorithmen:* **Implementation method:** • Lecture with projector and blackboard • Exercises in small groups • Expected activities of the students: active participation in exercises, homework • Exercise sheets, sample solutions are presented in the additional central tutorial • In exercises and homework, design and analyze algorithms on selected examples is practiced **Learning Material, Literature:** • Standard textbooks, slides of the lecture, exercise sheets

Software Engineering

Software Engineering

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiens.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
M.079.1123	180	6	3	Wintersemester	1	de	P

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.079.05300 Software Engineering	V2 Ü2	60	120	P	300/25

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

keine / none

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

keine

Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Software Engineering:
Empfohlene Vorkenntnisse
Kenntnisse aus den Modulen *Programmierung 1*, *Programmierung 2* und *Modellierung* sind hilfreich.

none

Prerequisites of course Software Engineering:
Recommended Proficiencies
Knowledge of contents from the modules *Programming 1*, *Programming 2* and *Modelling* is beneficial.

4	**Inhalte:** *Inhalte der Lehrveranstaltung Software Engineering:* In der Veranstaltung werden die Grundlagen der systematischen und ingenieursmäßigen Softwareentwicklung vermittelt. Im Fokus steht dabei eine durchgängige modellbasierte Entwicklungsmethode. Der Kurs führt in wesentliche Vorgehensmodelle für die Softwareentwicklung ein. Es werden Methoden für die Softwareentwicklung und Qualitätssicherung vermittelt, die innerhalb der Vorgehensmodelle zum Einsatz kommen. Außerdem werden Modellierungssprachen vorgestellt, mit denen die statischen und dynamischen Aspekte von Softwaresystemen beschrieben werden können. Hierzu wird die objektorientierte Modellierungssprache UML (Unified Modeling Language) eingeführt, die dedizierte Diagrammsprachen vereint. Methodische Hinweise zum Einsatz der Modellierungssprachen im Softwareentwicklungsprozess, zur Erstellung der Ergebnisartefakte und zur Prüfung ihrer Qualität werden gegeben. Modellierungswerkzeuge werden exemplarisch eingesetzt. Schließlich werden spezifische Programmierkonzepte und werkzeuge für die Softwareentwicklung im Team betrachtet. Die Veranstaltung umfasst folgende Inhalte: • Einführung in die Konzepte und Begrifflichkeiten der Softwaretechnik (Software Engineering) • Softwarelebenszyklus und Vorgehensmodelle (klassische, agile, hybride) • Modellierungssprachen und modellbasierte Softwareentwicklung • UML (Unified Modeling Language): Klassendiagramme, Use-Case-Diagramme, Aktivitätendiagramme, Sequenzdiagramme, Zustandsdiagramme, Komponentendiagramme • durchgängige Softwareentwicklungsmethode von der Anforderungsspezifikation über Modellierung (Softwarearchitektur, Softwareentwurf) bis zur Implementierung und dem Test der Software • Transformation und Konsistenz von Modellen, Codegenerierung • spezifische Programmierkonzepte (Objektorientierung, Typisierung, Schnittstellen) für die arbeitsteilige Softwareentwicklung im Team • Softwaretesten und modellbasiertes Testen • Konzepte und Werkzeuge für Quellcode-Verwaltung, Continuous Integration/Delivery

	Contents of the course Software Engineering: The fundamentals for the systematic development of software (i.e., software engineering) are conveyed in this course. Our focus is on a continuous model-based software engineering method. The course introduces important software process models. Methods and practices for software development and quality assurance are considered which are used within the software processes. We look at modelling languages that are designed for specifying the static and dynamic aspects of software systems. In particular, we present the object-oriented modelling language UML (Unified Modeling Language) that combines a family of dedicated diagrammatic languages. Methodical guidelines are given for employing the modelling languages within the software development process, for producing the corresponding software artefacts, and for checking their quality. Software modelling tools are exemplarily used. Finally, specific programming concepts for supporting software development in teams are examined. The course includes the following contents: • introduction to concepts and terminology of software engineering • software process models (traditional, agile, hybrid) • modelling languages and model-based software development • UML (Unified Modeling Language): class diagrams, use case diagrams, activity diagrams, sequence diagrams, statechart diagrams, component diagrams • continuous software engineering method from requirements engineering along software modelling (software architecture, software design) to implementation and testing • transformation and consistency of models, code generation • specific programming concepts (object-orientation, type systems, interfaces) for team software development • software testing and model based testing • concepts and tools for source-code management, continuous integration/delivery
5	**Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:** Die Studierenden können nach Abschluss des Moduls • für eine gegebene Problemstellung systematisch und schrittweise eine Softwarelösung unter Einhaltung eines Prozessmodells und Einsatz einer (modellbasierten) Entwicklungsmethode entwickeln • die Unterschiede von Vorgehensmodellen erklären, die Beziehungen und Übergänge zwischen verschieden Entwicklungsphasen eines Vorgehensmodells verstehen und für ein Entwicklungsprojekt ein geeignetes Vorgehen wählen • wichtige Modellierungssprachen, insbesondere die verschiedenen Diagrammsprachen der UML, für die einzelnen Entwicklungsschritte bei der Modellierung der unterschiedlichen Aspekte einer Softwarelösung auswählen und verwenden, um korrekte und passende Softwaremodelle zu erstellen • die Qualität von Softwaremodellen und (Zwischen-) Ergebnissen bewerten • zur Überprüfung der Qualität der entwickelten Softwarelösung Techniken des Softwaretestens und des modellbasierten Testens einsetzen • Konzepte und Softwareentwicklungswerkzeuge für die arbeitsteilige Softwareentwicklung im Team auswählen und einsetzen • eine größere, zusammenhängende Softwaremodellierungsaufgabe über einen längeren Zeitraum selbstorganisiert im Team bearbeiten und hierbei die Bedeutung der verschiedenen Phasen, Methoden und Softwarewerkzeuge verstehen Students will be able to

- develop systematically and stepwise a software solution for a given problem by following a software process model and applying a (model-based) software engineering method
- explain the differences between software process models, understand the interdependencies and transitions between different phases of the software process, and select an appropriate software process model for a software development project
- select and use important modelling languages, particularly the different diagram languages of the UML, for the individual development steps in the modelling of the diverse aspects of a software solution in order to create correct and adequate models of the software
- evaluate the quality of software models and (intermediate) results
- apply techniques of software testing and model-based testing to check the quality of a software solution
- choose and employ concepts and software tools for team-based software development
- accomplish a large, coherent software modelling task over a longer period of time in a self-organized team and thereby understand the relevance of the different phases, methods, and software tools

6 **Prüfungsleistung:**

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

zu	**Prüfungsform**	**Dauer bzw. Umfang**	**Gewichtung für die Modulnote**
a)	Klausur	90-120 min	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 von Credits erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.

The credit points are awarded after the module examination 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:**

Bachelorstudiengang Informatik v5 (IBA v5)

12 **Modulbeauftragte/r:**

Dr. Stefan Sauer, Prof. Dr. Eric Bodden

13	**Sonstige Hinweise:** *Hinweise der Lehrveranstaltung Software Engineering:* **Methodische Umsetzung** In der Vorlesung werden die Grundlagen, Begrifflichkeiten, Sprachen und Methoden des Software Engineering vermittelt, die dann in den begleitenden Übungen (Zentralübung, Präsenz- und/oder Heimübungen in Kleingruppen) vertieft und in dem begleitenden Praktikumsanteil im Team an einem durchgängigen Beispiel von den Studierenden selbst erprobt werden. Hierbei kommen gängige Software-Engineering-Werkzeuge zum Einsatz. **Lernmaterialien, Literaturangaben** • Präsentationsfolien, ggf. Tafelanschrieb, i.d.R. Vorlesungsaufzeichnung • Übungsaufgaben und Lösungshinweise • Praktikumsaufgabe mit Beispielartefakten • Konkrete Literatur zu den einzelnen Themengebieten wird in der Veranstaltung bekanntgegeben. *Remarks of course Software Engineering:* **Implementation Method** Foundations, terminology, languages, and methods of software engineering are conveyed in the lectures. The contents are then intensified in the supplementary practical exercises (central exercise, exercises in presence and/or homework assignments in small groups) and applied by small teams of students in the complementary teamwork lab exercise along a comprehensive example. Students will use typical software engineering tools for accomplishing these tasks. **Learning Material, Literature** • presentation slides, blackboard/whiteboard sketches (if applicable), recordings of lectures (generally) • exercise tasks/assignments and solution notes • lab exercise assignment with corresponding software artefact examples • concrete literature on the particular topics will be announced in the course

Rechnerarchitektur

Computer Architecture

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiens.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
M.079.1322	180	6	3	Wintersemester	1	de	P

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.079.05303 Rechnerarchitektur	V2 Ü2	60	120	P	300/25

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

keine / none

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

keine

Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Rechnerarchitektur:
Empfohlene Vorkenntnisse
Kenntnisse aus dem Modul *Digitaltechnik* sind hilfreich.

none

Prerequisites of course Rechnerarchitektur:
Recommended Proficiencies
Knowledge of contents from the module *Digital Design* is beneficial.

4 **Inhalte:**

Inhalte der Lehrveranstaltung Rechnerarchitektur:
Die Vorlesung gibt eine Einführung in den Aufbau und Entwurf moderner Rechensysteme. Insbesondere wird vermittelt, wie durch ein effizientes Zusammenspiel von Hardware und Software kostengünstige und leistungsstarke Rechner entwickelt werden können. Die vorgestellten Techniken und Methoden werden in den Übungen an Beispielen vertieft.
Die Veranstaltung umfasst folgende Inhalte:

- Grundstrukturen, von Neumann Rechner
- Befehlssätze und Assemblerprogrammierung
- Leistungsbewertung
- Datenpfad und Steuerung
- Pipelining
- Speicherhierarchie, insbesondere Cache-Management und virtueller Speicher
- Ein-/Ausgabe

Contents of the course Rechnerarchitektur:
This course provides an introduction to the organisation and design of modern computing systems. A focus is set on the efficient interplay between hardware and software that is required for designing cost-effective and high performance computers. During exercise session, the presented techniques and methods are reinforced.
The course includes the following contents:

- Basic organisation, von Neumann computer
- Instruction sets and assembly language programming
- Performance evaluation
- Data path and control
- Pipelining
- Memory hierarchy, in particular cache management and virtual memory
- Input/Output

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

Die Studierenden können

- den Aufbau eines modernen Rechners sowie das Zusammenspiel von Hardware und Software beschreiben,
- die zugrunde liegenden allgemeinen Entwurfsprinzipien und -strategien erklären und anwenden,
- Rechnersysteme im Hinblick auf Leistung und Kosten analysieren und bewerten, sowie
- selbständig einfache Assemblerprogramme schreiben.

Students will be able to

- describe the organisation of a modern computer and the interplay between hardware and software,
- apply the underlying design principles and strategies,
- analyse computer systems with respect to performance and cost, as well as
- create small assembly language programs on their own.

6 **Prüfungsleistung:**

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

zu	**Prüfungsform**	**Dauer bzw. Umfang**	**Gewichtung für die Modulnote**
a)	Klausur	90-120 min	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 von Credits erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist. The credit points are awarded after the module examination 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:** Bachelorstudiengang Informatik v5 (IBA v5)
12	**Modulbeauftragte/r:** Prof. Dr. Christian Plessl, Prof. Dr. Marco Platzner
13	**Sonstige Hinweise:** *Hinweise der Lehrveranstaltung Rechnerarchitektur:* **Methodische Umsetzung** Die Lehrveranstaltung besteht aus einer Vorlesung und Rechen- sowie praktischen Übungen. Die Vorlesung erfolgt mit Beamer und Tafelanschrieb. In den Rechenübungen werden Aufgaben ausgegeben und danach werden im Rahmen von Präsenzübungen in Kleingruppen die Lösungen durch die Übungsteilnehmer vorgestellt und diskutiert. In den praktischen Übungen werden Aufgaben ausgegeben und von den Übungsteilnehmern in Kleingruppen als Assemblerprogramme umgesetzt. **Lernmaterialien, Literaturangaben** • Vorlesungsfolien und Aufgabenblätter für Rechenübungen • Aufgabenblätter für praktische Übungen und technische Dokumentation zur Assemblerprogrammierung • D. A. Patterson, J. L. Hennessy: Computer Organization & Design – The Hardware / Software Interface (RISC-V Edition); Morgan Kaufmann, 2018 • Aktuelle Hinweise auf ergänzende Literatur und Lehrmaterialien werden in der Vorlesung bekannt gegeben. *Remarks of course Rechnerarchitektur:* **Implementation Method** The course consists of a lecture and pencil&paper as well as practical exercises. The lecture is held with a beamer and blackboard. In the pencil&paper exercises, assignments are handed out and then the solutions are presented and discussed by the exercise participants in small groups within the framework of presence exercises. In the practical exercises, assignments are handed out and implemented by the exercise participants in small groups as assembly programs. **Learning Material, Literature** • Lecture slides and exercise sheets for pencil&paper exercises • Assignment sheets for practical exercises and technical documentation for assembly language programming. • D. A. Patterson, J. L. Hennessy: Computer Organization & Design - The Hardware / Software Interface (RISC-V Edition); Morgan Kaufmann, 2018. • Current references to supplementary literature and teaching materials will be announced in the lecture.

3 Vertiefungsrichtungsabhängige Wahlpflichtmodule

Alphabetische Auflistung der Module ohne erneute Aufführung der Basismodule. 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 Analytik: Grundlagen (Ma MB + WING MB)

Basics in Analytics

Modulnummer:	**Workload (h):**	**LP:**	**Studiens.:**	**Turnus:**	**Dauer (in Sem.):**	**Sprache:**	**P/WP:**
M.104.2156	150	5	1.-4.	Wintersemester	1	de	WP

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	**Lehrform**	**Kontaktzeit (h)**	**Selbststudium (h)**	**Status (P/WP)**	**Gruppengröße (TN)**
a)	L.104.33205 NEU25 Analytik: Grundlagen	V2 Ü2	60	90	P	35

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

Keine

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

Keine

Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung NEU25 Analytik: Grundlagen:
keine

None

Prerequisites of course NEU25 Analytik: Grundlagen:
none

4	**Inhalte:** In der Vorlesung werden die wichtigsten Methoden der instrumentellen Analytik vorgestellt. Das Funktionsprinzip, der instrumentelle Aufbau, die Funktionsweise einzelner Gerätekomponenten und repräsentative Messverfahren und Messergebnisse werden für folgende Techniken im Detail behandelt: optische Spektroskopie, NMR-Spektroskopie, Massenspektrometrie, Gaschromatographie, Hochleistungsflüssigkeitschromatographie und elektroanalytische Verfahren Weiterhin werden Qualitätsaspekte eines Analysenganges betrachtet. Hierzu zählen Probenvorbereitung, Wahl der Analysenmethode, Fehlerbetrachtungen, Signal/Rausch-Verhältnis, Limit-of-Detection, Quantifizierung und Messdatenauswertung. Die Anwendung verschiedener analytischer Techniken in der Praxis werden begleitend vorgestellt.Nachhaltigkeitsaspekte der Analysenplanung, z.B. Notwendigkeit, Redundanz und Substitution gefährlicher Stoffe, werden berücksichtigt. In den Übungen analysieren die Studenten ausgewählte Messdaten. In den Übungen analysieren die Studenten ausgewählte Messdaten. *Inhalte der Lehrveranstaltung NEU25 Analytik: Grundlagen:* In der Vorlesung werden die wichtigsten Methoden der instrumentellen Analytik vorgestellt. Das Funktionsprinzip, der instrumentelle Aufbau, die Funktionsweise einzelner Gerätekomponenten und repräsentative Messverfahren und Messergebnisse werden für folgende Techniken im Detail behandelt: optische Spektroskopie, NMR-Spektroskopie, Massenspektrometrie, Gaschromatographie, Hochleistungsflüssigkeitschromatographie und elektroanalytische Verfahren Weiterhin werden Qualitätsaspekte eines Analysenganges betrachtet. Hierzu zählen Probenvorbereitung, Wahl der Analysenmethode, Fehlerbetrachtungen, Signal/Rausch-Verhältnis, Limit-of-Detection, Quantifizierung und Messdatenauswertung. Die Anwendung verschiedener analytischer Techniken in der Praxis werden begleitend vorgestellt.Nachhaltigkeitsaspekte der Analysenplanung, z.B. Notwendigkeit, Redundanz und Substitution gefährlicher Stoffe, werden berücksichtigt. In den Übungen analysieren die Studenten ausgewählte Messdaten. In den Übungen analysieren die Studenten ausgewählte Messdaten. The lecture will introduce important methods in instrumental analytics. The working principle, the instrumental set-up, the functions of individual instrument components and representative measurements and results are discussed in detail for the following techniques: optical spectroscopy, NMR-spectroscopy, mass spectrometry, gaschromatography, liquid chromtatography, and electro-analytical methods. In addition, quality aspects that influence an analytical procedure are considered. These aspects include the sample preparation, choice of analytical technique, error progressions, signal-to-noise rations, limits-of-detection, quantification and data reduction.The use of various analytical techniques in practical applications is discussed throughtout the lecture.Sustainability aspects, e.g., necessity, redundancy and substitution of dangerous chemicals will be considered. In the exercises the students will analyze selected spectra. *Contents of the course NEU25 Analytik: Grundlagen:* The lecture will introduce important methods in instrumental analytics. The working principle, the instrumental set-up, the functions of individual instrument components and representative measurements and results are discussed in detail for the following techniques: optical spectroscopy, NMR-spectroscopy, mass spectrometry, gaschromatography, liquid chromtatography, and electro-analytical methods. In addition, quality aspects that influence an analytical procedure are considered. These aspects include the sample preparation, choice of analytical technique, error progressions, signal-to-noise rations, limits-of-detection, quantification and data reduction.The use of various analytical techniques in practical applications is discussed throughtout the lecture.Sustainability aspects, e.g., necessity, redundancy and substitution of dangerous chemicals will be considered. In the exercises the students will analyze selected spectra.

5	**Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:** Bei erfolgreicher Teilnahme an der Veranstaltung besitzen die Studenten das nötige Hintergrundwissen in instrumenteller Analytik, um analytische Probleme verstehen und zu ihrer Lösung beitragen zu können. After successful completion of the course the students have gained the necessary background knowledge in instrumental analytics which will enable them to understand an analytical problem and contribute to solving it.
6	**Prüfungsleistung:** ☒Modulabschlussprüfung (MAP) □Modulprüfung (MP) □Modulteilprüfungen (MTP)

zu	**Prüfungsform**	**Dauer bzw. Umfang**	**Gewichtung für die Modulnote**
a)	Mündliche Prüfung	45 - 60 Min.	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 Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau V4
12	**Modulbeauftragte/r:** Prof. Dr. Tina Kasper
13	**Sonstige Hinweise:** Keine None

NEU25 Angewandte Nanotechnologie

Applied Nanotechnology

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiens.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
M.104.8303	150	5	1.-4.	Sommersemester	1	de	WP

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.104.32233 NEU25 Angewandte Nanotechnologie	V2 Ü2	60	90	P	35

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

Keine

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

Empfohlen: Besuch der Vorlesung ‘Grundlagen der Nanotechnologie’

4 **Inhalte:**

Anhand von wechselnden, konkreten Problemstellungen, werden nanotechnologische Lösungsansätze entwickelt, untersucht und bezüglich ihrer Effektivität, Wirtschaftlichkeit und Nachhaltigkeit bewertet. Themen können beispielsweise aus den Bereichen Hygiene, Gesundheitswesen, Batterietechnik und Ähnlichem stammen.

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

Die Studierenden sind in der Lage, die in der Grundlagenvorlesung erworbenen Kenntnisse und Verfahren anzuwenden. Sie sind insbesondere in der Lage, für gegebene Problemstellungen geeignete nanotechnologische Lösungsansätze auszuwählen, sowie deren Chancen und Risiken zu bewerten.

6 **Prüfungsleistung:**

☒Modulabschlussprüfung (MAP) □Modulprüfung (MP) □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:** 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
12	**Modulbeauftragte/r:** Prof. Dr. Hans-Joachim Schmid
13	**Sonstige Hinweise:** Keine None

NEU25 Angewandte Wärmepumpentechnik

Applied heat pump technology

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiens.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
M.104.8304	150	5	1.-4.	Sommersemester	1	de	WP

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.104.33296 NEU25 Angewandte Wärmepumpentechnik	V2 Ü2	60	90	WP	35

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

Keine

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

Empfohlen: Thermodynamik 1, Thermodynamik 2 und Wärmeübertragung

4 **Inhalte:**

- Einführung und Grundlagen der Wärmepumpentechnik
- Motivation für den Einsatz von Wärmepumpen als Heizsystem
- Wärmepumpentechnik: Wärmequellen, Komponenten, Hydraulik
- Ausgewählte Themen & Beispielaufgaben aus der Wärmepumpen-Praxis

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

Die Studierenden kennen die verschiedenen Techniken einer Wärmepumpe. Vor dem Hintergrund des großen Umbruchs der Heizsysteme sind die Studierenden dazu befähigt, die verschiedenen Techniken zu bewerten und für jeden speziellen Anwendungsfall die geeignete Anlage zu berechnen und auszulegen. Alle Themen werden an Beispielen aktueller technischer Wärmepumpen-Prozesse vertieft und in den Kontext der Nachhaltigkeit und der Energiewende eingebettet.

6 **Prüfungsleistung:**

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

zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote
a)	Mündliche Prüfung	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 Chemieingenieurwesen V3
12	**Modulbeauftragte/r:** Dr.-Ing. Alexander Janzen, Prof. Dr. Tina Kasper
13	**Sonstige Hinweise:** Die Veranstaltung findet als Blockveranstaltung im Sommersemester statt. Die genaue Absprache der Termine erfolgt über PANDA. Literatur: Miara, M.: Wärmepumpen, Fraunhofer IRB Verlag, Karlsruhe, Stuttgart, 2013. Schmidt, D., Veith, H.: Grundkurs Kältetechnik, 13. überarbeitete und erweiterte Auflage, VDE Verlag, Berlin, 2022. Maurer, T.: Kältetechnik für Ingenieure, 2. aktualisierte und überarbeitete Auflage, VDE Verlag, Berlin, 2021.

NEU25 Auslegen von Schneckenmaschinen

Polymer Processing: The Design of Extrusion and Injection Molding Screws

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiens.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
M.104.8305	150	5	1.-4.	Wintersemester	1	de	WP

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.104.42205 NEU25 Auslegen von Schneckenmaschinen	V2 Ü2	60	90	P	35

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

Keine

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

keine / none

4 **Inhalte:**

Der Einsatz von Kunststoffen erfolgt, bedingt durch ihr geringes Gewicht in Verbindung mit einer einfachen Formgebung sowie erzielbarer hoher mechanischer Festigkeiten durch z. B. den Zusatz von Fasern, immer häufiger in hochtechnologischen Anwendungen. Im Sinne der Nachhaltigkeit müssen diese entstandenen Produkte am Ende des Produktlebenszyklus recycelt werden, das Rezyklat in neuen hochwertigen Produkten eingesetzt werden und so die endlichen Ressourcen im Wertstoffkreislauf erhalten bleiben. Der für das jeweilige Produkt eingesetzte Kunststoff bestimmt die Auslegung der Schneckenmaschinen, die auf der Basis der folgenden Themen in der Vorlesung behandelt wird.

- Spezifikation und Funktionszonen
- Materialdaten und Messung
- Feststoffförderung
- Einzugszone, Nutbuchse
- Aufschmelzen
- Barriereschnecke
- Schmelzeförderung, Scher- und Mischteile
- Durchsatzberechnung und gewünschte Prozessverläufe
- Scale-Up von Einschneckenextrudern
- Antriebsauslegung
- Gleichläufige Doppelschneckenextruder und Scale-Up
- Gegenläufige Doppelschneckenextruder
- Schneckenzeichnungen, Toleranzen, Werkstoffe und Oberflächen

Due to their low weight combined with simple shaping and the high mechanical strength that can be achieved by adding fibres, for example, polymers are increasingly being used in high-tech applications. In terms of sustainability, these resulting products must be recycled at the end of the product life cycle and the recyclate used in new high-quality products, thus preserving finite resources in the material cycle. The polymer used for the respective product determines the design of the screw machines, which is dealt with in the course on the basis of the following topics.

- Specification and functional zones
- Material data and measurement
- Solids conveying
- Feed zone, grooved bush
- Melting
- Barrier screw
- Melt conveying, shearing and mixing parts
- Throughput calculation and desired process sequences
- Scale-up of single-screw extruders
- Drive design
- Co-rotating twin-screw extruders and scale-up
- Counter-rotating twin-screw extruders
- Screw drawings, tolerances, materials and surfaces

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

Die Studierenden besitzen Expertise im Bereich der Schneckenauslegung für die Prozesse Extrusion und Spritzgießen. Sie kennen die verschiedenen Funktionszonen einer Schnecke insbesondere hinsichtlich ihrer geometrischen Besonderheiten sowie den daraus resultierenden Hauptaufgaben. Sie sind in der Lage, Schnecken anhand von Durchsatzberechnungen und gewünschten Prozessverläufen für verschiedene Materialien anhand deren Eigenschaften auszulegen und ein Scale-up bzw. Scale-down einer Anlage durchzuführen.

Students have expertise in the field of screw design for extrusion and injection molding processes. They are familiar with the various functional zones of a screw, particularly with regard to their geometric characteristics and the resulting main tasks. They are able to design screws based on throughput calculations and desired processes for different materials based on their properties. Furthermore, they know how to scale up or scale down an existing system.

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%

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 Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau V4
12	**Modulbeauftragte/r:** Dr.-Ing. Jutta Jungemann, Prof. Dr.-Ing. Elmar Moritzer
13	**Sonstige Hinweise:** Keine None

NEU25 Automatisierungstechnik

Automation and Robotics

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiens.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
M.104.8306	150	5	1.-4.	Sommersemester	1	de	WP

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.104.52256 NEU25 Automatisierungstechnik	V2 Ü2	60	90	P	35

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

Keine

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

keine / none

4 **Inhalte:**

- Einführung in Automatisierungssysteme (Begriffsbildung, struktureller Aufbau, Beispiele)
- Steuerungstechnik (Modellierung mit Boolscher Algebra, endlichen Automaten und Petri-Netzen, Vorgehensmodell zum Steuerungsentwurf)
- Prozessleitsysteme (Steuerungstopologien, Elemente einer Industriesteuerung, SPS-Programmierung nach IEC 61131-3, Datenbussysteme)
- Projektierung von automatisierungstechnischen Lösungen und Auslegung von Automatisierungssystemen

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

Die Studierenden kennen die Grundlagen, Aufbau und Funktion von industriellen Automatisierungssystemen und deren Anwendung in der industriellen Produktion. Sie sind in der Lage, Steuerungen zu entwerfen und in einer Programmierumgebung zu implementieren. Ferner werden sie befähigt, Automatisierungslösungen zu projektieren und auszulegen.

<table>
<tr><td>6</td><td>Prüfungsleistung:
☒Modulabschlussprüfung (MAP) □Modulprüfung (MP) □Modulteilprüfungen (MTP)
<table>
<tr><th>zu</th><th>Prüfungsform</th><th>Dauer bzw. Umfang</th><th>Gewichtung für die Modulnote</th></tr>
<tr><td>a)</td><td>Klausur oder mündliche Prüfung</td><td>90 - 120 Minuten oder 45 - 60 Minuten</td><td>100%</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>7</td><td>Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:
keine / none</td></tr>
<tr><td>8</td><td>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:
Keine
None</td></tr>
<tr><td>9</td><td>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.</td></tr>
<tr><td>10</td><td>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).</td></tr>
<tr><td>11</td><td>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:
Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau V4</td></tr>
<tr><td>12</td><td>Modulbeauftragte/r:
Prof. Dr. Ansgar Trächtler</td></tr>
<tr><td>13</td><td>Sonstige Hinweise:
Keine
None</td></tr>
</table>

NEU25 Beschichtungstechnik

Coating Engineering

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiens.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
M.104.8307	150	5	1.-4.	Sommersemester	1	de	WP

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.104.21246 NEU25 Beschichtungstechnik	V2 Ü2	60	90	P	35

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

Keine

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

Empfehlung: Werkstoffkunde

4 **Inhalte:**

- Einführung in die nachhaltige Beschichtungstechnik
- Grundlagen von Korrosion und Verschleiß o Chemische und elektrochemische Korrosion o Abrasions-, Adhäsions- und Ermüdungsverschleiß
- Grundlagen von Beschichtungsverfahren o Elektrochemische Beschichtungsverfahren o Chemische Beschichtungsverfahren o PVD- und CVD-Prozesse o Thermische Spritzverfahren o Schmelztauchen/Feuermetallisieren o Thermisches und thermochemisches Randschichtveredeln o Auftragsschweißen o Brünieren, Chromatieren und Phosphatieren o Sol-Gel-Beschichten o Anodisieren o Lackieren
- Industrielle Anwendung von Beschichtungsverfahren o Gastvortrag aus der industriellen Praxis o Exkursion in ein international tätiges Beschichtungsunternehmen
- Prüfverfahren zur Kontrolle beschichteter Bauteile
- Grundlagen der Arbeitssicherheit und der Reduzierung von Umweltbelastungen

- Introduction to sustainable coating technology
- Corrosion
- chemical corrosion
- electrochemical corrosion
- wear
- Abrasive wear
- Adhesive wear
- Fatigue wear
- Coating processes/industrial applications
- Immersion fusion coating
- Electroplating
- Anodizing
- Thermal spraying processes
- Deposition welding
- PVD coating
- CVD coating
- Testing and inspection of coated components
- occupational safety and the reduction of environmental pollution

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

Die Studierenden sind in der Lage, Korrosionsarten sowie entscheidende Verschleißmechanismen einzuordnen und die chemischen und physikalischen Zusammenhänge von Beschichtungsverfahren, Beschichtungsstoffen und deren Haftungsmechanismen zu beschreiben und auf dieser Grundlage geeignete Materialien und Verfahren auszuwählen. Die Studierenden erlangen dabei Kenntnisse zur Berücksichtigung der Umweltauswirkungen infolge der Anwendung von Beschichtungsverfahren sowie deren Einfluss auf nachfolgende Prozessschritte. Sie können anhand von Beispielen aus der Praxis korrosive Schadensfälle analysieren, differenzieren und bewerten und sind in der Lage, geeignete Werkstoffe und Beschichtungssysteme für Anwendungen, z.B. der Automobiltechnik, auszuwählen. Diese können sie weiterhin mittels geeigneter Maßnahmen prüfen und bewerten sowie Auswirkungen auf Arbeitssicherheit und Umwelt einschätzen.

Students will be able to classify types of corrosion and decisive wear mechanisms and describe the chemical and physical relationships between coating processes, coating materials and their adhesion mechanisms and select suitable materials and processes on this basis. Students gain knowledge of the environmental impact of the application of coating processes and their influence on subsequent process steps. Using practical examples, they can analyze, differentiate and evaluate corrosive damage cases and are able to select suitable materials and coating systems for applications, e.g. in automotive engineering. They can also test and evaluate these using suitable measures and assess the effects on occupational safety and the environment.

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%

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:** Prof. Dr.-Ing. Gerson Meschut
13	**Sonstige Hinweise:** Keine None

NEU25 Betriebsfestigkeit

Structural Durability

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiens.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
M.104.8308	150	5	1.-4.	Wintersemester	1	de	WP

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.104.13266 NEU25 Betriebsfestigkeit	V2 Ü2	60	90	P	35

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

Keine

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

Empfohlen: Grundkenntnisse in Technischer Mechanik (Statik und Festigkeitslehre) und Werkstoffkunde

Recommended: Basic knowledge of technical mechanics (static and strength of materials) and materials science

4 **Inhalte:**

Im Betrieb sind Bauteile und Strukturen eines Fahrzeuges, einer Maschine oder einer technischen Anlage häufig zeitlich veränderlichen, ggf. regellosen, mechanischen Beanspruchungen ausgesetzt. Wesentliches Ziel bei der Produktherstellung ist daher ein Bauteil zu realisieren, das seine Funktion über die gesamte Einsatzdauer zuverlässig erfüllt. Die Betriebsfestigkeit stellt Methoden zur rechnerischen Schädigungs- und Lebensdauerabschätzung und zur Ermittlung der Anrisslebensdauer bereit. Die Anwendung dieser Konzepte und Methoden ermöglicht eine sichere und wirtschaftliche Auslegung der Bauteile in einer frühen Phase der Produktentstehung und trägt damit wesentlich zur Nachhaltigkeit der Produkte bei.
Die Vorlesung “Betriebsfestigkeit” befasst sich insbesondere mit folgenden Punkten:

- Betriebsfestigkeit: Einordnung, Definition, Vorgehensweise und Beitrag zur Nachhaltigkeit der Produkte
- Zeitabhängige Bauteilbelastung /-beanspruchung
- Zähl- und Klassierverfahren zur Bestimmung von Lastkollektiven
- Werkstoffkennwerte und Kennfunktionen bei zyklischer Belastung
- Konzepte der Schädigungs- und Lebensdauerberechnung
- Verantwortung für fehlerhafte Produkte
- Maßnahmen zur Schonung von Ressourcen durch Reduzierung des Werkstoffeinsatzes und des Energiebedarfs
- Maßnahmen zur Verlängerung der Lebensdauer von Bauteilen und Strukturen

	During operation, components and structures of a vehicle, of a machine or of a technical system are often exposed to mechanical stresses that change over the time. Therefore, one important goal in product manufacturing is to produce a component that reliably fulfills its function over the entire service lifetime. The “Structural Durability” provides methods for damage and service life assessment and for the determination of the service life until the appearance of initial cracks. The application of these concepts and methods enables a safe and economical design of the components in an early phase of product development and thus contributes significantly to the sustainability of the products. The lecture “Structural Durability” deals in particular with the following contents: • Operational stability: classification, definition, procedure and contribution to the sustainability of the products • Time-dependent component load / stress • Counting and classification procedures for the determination of load spectrums • Material parameters and functions in case of cyclic loading • Concepts of damage and service life calculation • Responsibility for defective products • Measures to save resources by reducing the use of materials and energy requirements • Measures to extend service lifetime of components and structures
5	**Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:** Mit den Inhalten der Lehrveranstaltung Betriebsfestigkeit sind die Studierenden in der Lage. . . • die Einordnung, Definition und Zielsetzung der Betriebsfestigkeit und ihre Bedeutung für die Nachhaltigkeit wiederzugeben und zu beschreiben, • Methoden zur Ermittlung von Belastungs-Zeit-Funktionen sowie von Beanspruchungs-Zeit-Funktionen zu beschreiben und anzuwenden, • den Grundgedanken und Zweck von Zähl- und Klassierverfahren zu erläutern sowie Zählverfahren eigenständig auf Beispiele anzuwenden, • für die Betriebsfestigkeit relevante Werkstoffkennwerte und -kennfunktionen zu nennen, ihre Ermittlung und Darstellung zu beschreiben und wesentliche Einflussfaktoren zu bewerten, • Konzepte der Lebensdauerberechnung wiederzugeben und Schädigungsrechnungen anhand von Beispielen durchzuführen, • Folgen fehlerhafter Produkte zu nennen und mit ingenieurmäßigen Methoden technische Produkte und Bauteile so zu entwickeln, dass Schäden infolge Betriebsbelastung vermieden werden. With the contents of the course “Structural Durability”, the students are able. . .

- to reproduce and describe the classification, definition and objective of operational stability and its significance for sustainability,
- to describe and apply methods for the determination of the load-time function as well as the load-time functions,
- to reproduce the basic idea and purpose of counting and classification processes and to apply counting processes independently to example cases,
- to name material parameters and characteristics relevant for the operational strength, to describe their determination and representation and to evaluate essential influencing factors,
- to reproduce concepts of service life calculation and to carry out damage calculations,
- to name the consequences of defective products and to use engineering methods to develop technical products and components in such a way that damage due to operational stresses is avoided.

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%

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 Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau V4

12 **Modulbeauftragte/r:**

Prof. Dr.-Ing. Gunter Kullmer

13 **Sonstige Hinweise:**

Keine

Hinweise der Lehrveranstaltung NEU25 Betriebsfestigkeit:
Literaturempfehlung:

- Sander, M.: Sicherheit und Betriebsfestigkeit von Maschinen und Anlagen. Springer-Verlag, Berlin, 2008
- Haibach, E.: Betriebsfestigkeit. Verfahren und Daten zur Bauteilberechnung. Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, 2006
- Radaj, D.; Vormwald, M.: Ermüdungsfestigkeit. Grundlagen für Ingenieure. Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, 2007
- Gudehus, H.; Zenner, H.: Leitfaden für eine Betriebsfestigkeitsrechnung. Verlag Stahleisen GmbH Düsseldorf, 2007
- Köhler, M.; Jenne, S.; Pötter, K.; Zenner, H.: Zählverfahren und Lastannahme in der Betriebsfestigkeit. Springer Verlag Berlin, Heidelberg 2012
- Schijve, J.: Fatigue of Structures and Materials. Springer Verlag, 2009
- FKM-Richtlinie: Rechnerischer Festigkeitsnachweis für Maschinenbauteile aus Stahl, Eisenguss- und Aluminiumwerkstoffen. Herausgeber: Forschungskuratorium Maschinenbau (FKM), VDMA Verlag Frankfurt am Main, 2012
- Richard, H. A.; Sander, M.: Technische Mechanik - Festigkeitslehre. Springer Vieweg Verlag, 4. Auflage, Wiesbaden, 2013
- Ensthaler, J.; Gesmann-Nuissl, D.; Müller, S.: Technikrecht - Rechtliche Grundlagen des Technologiemanagements. Springer Vieweg Berlin Heidelberg, 2012

None

Remarks of course NEU25 Betriebsfestigkeit:
Recommended Literature:

- Sander, M.: Sicherheit und Betriebsfestigkeit von Maschinen und Anlagen. Springer-Verlag, Berlin, 2008
- Haibach, E.: Betriebsfestigkeit. Verfahren und Daten zur Bauteilberechnung. Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, 2006
- Radaj, D.; Vormwald, M.: Ermüdungsfestigkeit. Grundlagen für Ingenieure. Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, 2007
- Gudehus, H.; Zenner, H.: Leitfaden für eine Betriebsfestigkeitsrechnung. Verlag Stahleisen GmbH Düsseldorf, 2007
- Köhler, M.; Jenne, S.; Pötter, K.; Zenner, H.: Zählverfahren und Lastannahme in der Betriebsfestigkeit. Springer Verlag Berlin, Heidelberg 2012
- Schijve, J.: Fatigue of Structures and Materials. Springer Verlag, 2009
- FKM-Richtlinie: Rechnerischer Festigkeitsnachweis für Maschinenbauteile aus Stahl, Eisenguss- und Aluminiumwerkstoffen. Herausgeber: Forschungskuratorium Maschinenbau (FKM), VDMA Verlag Frankfurt am Main, 2012
- Richard, H. A.; Sander, M.: Technische Mechanik - Festigkeitslehre. Springer Vieweg Verlag, 4. Auflage, Wiesbaden, 2013
- Ensthaler, J.; Gesmann-Nuissl, D.; Müller, S.: Technikrecht - Rechtliche Grundlagen des Technologiemanagements. Springer Vieweg Berlin Heidelberg, 2012

NEU25 Biomechanik des menschlichen Bewegungsapparates

Biomechanics of the Human Musculoskeletal System

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiens.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
M.104.8309	150	5	1.-4.	Wintersemester	1	de	WP

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.104.13261 NEU25 Biomechanik des menschlichen Bewegungsapparats	V2 Ü2	60	90	P	35

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

Keine

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

keine / none

4 **Inhalte:**

Gesundheit und Wohlergehen ist eines der 17 Nachhaltigkeitsziele der Weltgemeinschaft verabschiedet mit der Agenda 2030. Hierbei spielt der menschliche Bewegungsapparat eine wesentliche Rolle. Dieser besteht aus dem passiven Bewegungsapparat, den Knochen, Bändern und Gelenken, und dem aktiven Bewegungsapparat, den Muskeln und Sehnen. Um aufbauend auf den Grundlagen der Technischen Mechanik mit ingenieurmäßigen Methoden Heilungshilfen, Orthesen und Prothesen für den Bewegungsapparat entwickeln zu können, ist grundsätzliches Verständnis über die biomechanischen Wechselwirkungen zwischen Aufbau und Funktion des Bewegungsapparats erforderlich.
Die Vorlesung Biomechanik des menschlichen Bewegunsgapparats befasst sich insbesondere mit folgenden Punkten:

- Statik und Festigkeit des menschlichen Bewegungsapparats
- Kinematik und Kinetik starrer Körper zur Beschreibung von Bewegungsvorgängen
- Mechanische Eigenschaften des passiven Bewegungsapparats, insbesondere der Knochen und Bänder
- Funktion des aktiven Bewegungsapparats, insbesondere der Muskeln und Sehnen
- Zusammenhang zwischen Gestalt bzw. Aufbau und mechanischer Funktion des Bewegungsapparats
- Darstellung der Möglichkeiten der Biomechanik zur Gestaltung und Optimierung von Heilungshilfen, Orthesen und Prothesen

	Health and well-being is one of the 17 Sustainable Development Goals adopted by the global community with the 2030 Agenda. Here, the human musculoskeletal system plays a key role.This consists of the passive musculoskeletal system, the bones, ligaments and joints, and the active musculoskeletal system, the muscles and tendons. In order to develop healing aids, orthoses and prostheses for the musculoskeletal system using engineering methods based on the principles of technical mechanics, a fundamental understanding of the biomechanical interactions between the structure and function of the musculoskeletal system is required. The lecture “Biomechanics of the Human Musculoskeletal System” deals in particular with the following points: • Statics and strength of the human musculoskeletal system • Kinematics and kinetics of rigid bodies to describe movement processes • Mechanical properties of the passive musculoskeletal system, in particular bones and ligaments • Function of the active musculoskeletal system, in particular muscles and tendons • Relationship between shape or structure and mechanical function of the musculoskeletal system • Presentation of the possibilities of biomechanics for the design and optimization of healing aids, orthoses and prostheses
5	**Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:** Mit den Inhalten der Lehrveranstaltung “Biomechanik des menschlichen Bewegungsapparats” sind die Studierenden in der Lage. . . • mechanische Prinzipien auf biologische Systeme, biologisches Gewebe und medizinische Problemstellungen anzuwenden, • grundlegende Zusammenhänge zur Kinetik und Beanspruchung des menschlichen Bewegungsapparats darzustellen und diese auf biomechanische Probleme zu transferieren, • den Zusammenhang zwischen Gestalt und Aufbau des Bewegungsapparats und der mechanischen Funktion zu verstehen, diesen Zusammenhang zu interpretieren und auf die Anforderungen an die Gestaltung und Optimierung von Heilungshilfen, Orthesen und Prothesen anzuwenden und damit dem Nachhaltigkeitsziel Gesundheit und Wohlergehen näher zu kommen. With the contents of the course “Biomechanics of the Human Musculoskeletal System”, students are able. . . • to apply mechanical principles to biological systems, biological tissue and medical problems, • to present basic relationships between the kinetics and stresses of the human musculoskeletal system and to transfer these to biomechanical problems, • to understand the relationship between the shape and structure of the musculoskeletal system and mechanical function, to interpret this relationship and to apply it to the requirements for the design and optimization of healing aids, orthoses and prostheses and thus come closer to the Sustainable Development Goal health and well-being.

<table>
<tr><td>6</td><td>Prüfungsleistung:
☒Modulabschlussprüfung (MAP) □Modulprüfung (MP) □Modulteilprüfungen (MTP)
<table>
<tr><th>zu</th><th>Prüfungsform</th><th>Dauer bzw. Umfang</th><th>Gewichtung für die Modulnote</th></tr>
<tr><td>a)</td><td>Klausur oder mündliche Prüfung</td><td>90 - 120 Minuten oder 45 - 60 Minuten</td><td>100%</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>7</td><td>Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:
keine / none</td></tr>
<tr><td>8</td><td>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:
Keine
None</td></tr>
<tr><td>9</td><td>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.</td></tr>
<tr><td>10</td><td>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).</td></tr>
<tr><td>11</td><td>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:
Masterstudiengang Nachhaltiger Maschinenbau V1, Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau V4</td></tr>
<tr><td>12</td><td>Modulbeauftragte/r:
Prof. Dr.-Ing. Gunter Kullmer</td></tr>
<tr><td>13</td><td>Sonstige Hinweise:
Keine
None</td></tr>
</table>

NEU25 CFD-Methods in Process Engineering

CFD-Methods in Process Engineering

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiens.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
M.104.8311	150	5	1.-4.	Sommersemester	1	en	WP

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.104.31241 NEU25 CFD-Methods in Process Engineering	V1 Ü3	60	90	P	35

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

Keine

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

Empfohlen: Numerische Mathematik

4 **Inhalte:**

Der Kurs vermittelt die Methoden der Computational Fluid Dynamics (CFD). Die folgenden Inhalte sind enthalten:

- Erhaltungsgleichungen
- Diskretisierungsmethoden
- Finite-Differenzen-Methode
- Finite-Elemente-Methode
- Finite-Volumen-Methode
  - Diskretisierung diffusiver Terme
  - Diskretisierung konvektiver Terme
  - Zeitliche Diskretisierung
- Druck-Geschwindigkeits-Kopplung
- Anfangs- und Randbedingungen
- Turbulenzmodellierung
- Strömungen mit freier Oberfläche Die Vorlesung wird durch eine Übung begleitet, in der die Studierenden das Gelernte auf gängige CFD-Simulationssoftware (z. B. OpenFOAM) anwenden.

The course teaches the methods of Computational Fluid Dynamics (CFD), the following points are included:

- Conservation Equations
- Discretization Methods
- Finite difference method
- Finite element method
- Finite volume method
  - Discretization of diffusive terms
  - Discretization of convective terms
  - Temporal discretization
- Pressure-Velocity Coupling
- Initial and Boundary Conditions
- Turbulence Modelling
- Free Surface Flows The lecture is accompanied by an exercise in which students apply what they have learned to common CDF simulation software (e.g. OpenFOAM).

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

Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können Studierende

- verschiedene, sich ergänzende Aspekte und Gebiete der CFD (z. B. Strömungsmechanik, Mehrphasenströmung, Wärmeübertragung) erklären und anwenden
- spezifischen Problemstellungen erfolgreich und zügig zu lösen.

After successfully completing the module, students will be able to

- explain and apply various complementary aspects and areas of CFD (e.g., fluid mechanics, multiphase flow, heat transfer)
- successfully and efficiently solve specific problems.

6 **Prüfungsleistung:**

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

zu	**Prüfungsform**	**Dauer bzw. Umfang**	**Gewichtung für die Modulnote**
a)	Mündliche Prüfung	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
12	**Modulbeauftragte/r:** Prof. Dr.-Ing. Julia Riese
13	**Sonstige Hinweise:** Keine None

NEU25 Circular Economy

Circular Economy

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiens.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
M.104.8372	150	5	1.-4.	Sommersemester	1	en	WP

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.104.61241 NEU25 Circular Economy	V2 S2	60	90	P	12

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

Keine

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

Keine

None

4 **Inhalte:**

Die Inhalte dieses Moduls drehen sich um die interdisziplinäre Entwicklung von zirkulären Lösungen in der industriellen Produktion als auch von Produkten.

- Grundlagen der Kreislaufwirtschaft (CE) inkl. die 9+1 R-Strategien
- Zirkularität bei Produktion und Fabrikbetrieb
- Zirkularität bei Produkten
- Zirkularität bei Energiesystemen
- Metriken zur Messung von CE
- Übungen zur Kreislaufwirtschaft
- Erarbeitung einer Problemstellung bzw. des Bedarfs
- Durchführen einer Projektplanung
- Rückkopplung und Optimierung

The content of this module focuses on the interdisciplinary development of circular solutions in industrial production and products.

- Fundamentals of circular economy (CE), including the 9+1 R strategies
- Circularity in production and factory operations
- Circularity in products
- Circularity in energy systems
- Metrics for measuring CE
- Exercises on circular economy
- Development of an issue to be solved
- Carrying out project planning
- Feedback and optimization

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

Die Studierenden erwerben Fachwissen zu den angegebenen Themen (siehe Inhalt). Dazu werden gemeinsam Problemstellungen formuliert oder vom Dozenten vorgegeben. Die Studierenden entwickeln Lösungen für ein nachhaltigeres Zusammenleben oder eine nachhaltigere Wirtschaft. Dies kann z.B. eine technische (evtl. patentfähige) Lösung, ein Prototyp für ein Produkt, eine Geschäftsidee für eine Ausgründung oder auch eine vertiefte Arbeit sein. Der Ansatz fördert kommunikative Fähigkeiten sowie die Fähigkeit, in einem Team zu arbeiten und über Lösungen für einen bestimmten CE-Ansatz nachzudenken.

Students acquire specialist knowledge on the mentioned topics (see contents). For this purpose, problems are formulated together or given by the lecturer. The students develop solutions for a more sustainable coexistence or a more sustainable economy. This can e.g. be a technical (possibly patent-worthy) solution, a prototype for a product, a business idea for a spin-off or even an in-depth job. The approach promotes communicative skills as well as the ability to work in a team and reflect on solutions for a specific CE approach.

6 **Prüfungsleistung:**

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

zu	**Prüfungsform**	**Dauer bzw. Umfang**	**Gewichtung für die Modulnote**
a)	schriftliche Hausarbeit (Einzelarbeit) sowie Projektarbeit (Gruppenarbeit)	15-30 Seiten sowie Dokumentation und Präsentation (30 Minuten)	40%/60%

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 Modulteilprüfungen (MTP) bestanden sind.

The credit points are awarded after the module examinations (MTP) 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:** Masterstudiengang Nachhaltiger Maschinenbau V1
12	**Modulbeauftragte/r:** Univ.-Prof. Dr.-Ing. Alexander Schlüter
13	**Sonstige Hinweise:** Die Übungen werden in Absprache blockweise abgehalten. The assignments should be held in blocks by mutual agreement.

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

- 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 & Vergröberung
- Erstarrung
- Martensit Design Software:
- Thermodynamisches Design der Mikrostruktur
- Computerbasierte Thermodynamik Software: ThermoCalc & ICMD
- Dynamik Software: DICTRA & PRISMA Anwendungen des computerbasierten Werkstoffdesigns in der Praxis

	The implementation of new materials has always been a very long process, experimentally intensive and high cost. This fact has generally removed new materials as an option to solve certain technological problems. However, computer-based material development enables the systematic design of materials through the use of thermodynamic simulations. The application of the CALPHAD method with As a basis for this development, the materials engineering approach utilizes the Calculated Phase Diagram (CALPHAD) method interfaced with thermo-chemical models to configure a science-based printable design. enables the combination of process-structure-performance. Material performance is also defined by practical performance requirements. In addition, case studies on interdisciplinary multiphysical cooperative modeling with applications in different material classes will be discussed. General materials design principles • Materials as a system • System engineering approach • Properties/performance correlation (1 lab); definition of property targets Fundamentals of the thermodynamics of materials • Enthalpy, entropy, Gibbs energy, • Equilibrium in single and multi-component systems • CALPHAD method Thermodynamic design models • Nucleation & coarsening • Solidification • Martensite • Grain coarsening • Precipitation hardening in steels • Brittle-ductility-temperature Design Software • Thermodynamic design of the microstructure • Computer-based thermodynamics software: ThermoCalc & ICMD • Dynamics Software: DICTRA & PRISMA Applications of computer-based material design in practice • Tool steels for additive manufacturing • Tesla: GigaCasting aluminum alloy • SpaceX: Mars Starship stainless steel outer skin • Apple: iWatch housing
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.

<table>
<tr><td>6</td><td>Prüfungsleistung:
☒Modulabschlussprüfung (MAP) □Modulprüfung (MP) □Modulteilprüfungen (MTP)
<table><tr><th>zu</th><th>Prüfungsform</th><th>Dauer bzw. Umfang</th><th>Gewichtung für die Modulnote</th></tr><tr><td>a)</td><td>Klausur oder mündliche Prüfung</td><td>90 - 120 Minuten oder 45 - 60 Minuten</td><td>100%</td></tr></table></td></tr>
<tr><td>7</td><td>Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:
keine / none</td></tr>
<tr><td>8</td><td>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:
Keine
None</td></tr>
<tr><td>9</td><td>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.</td></tr>
<tr><td>10</td><td>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).</td></tr>
<tr><td>11</td><td>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:
Masterstudiengang Additive Manufacturing V1, Masterstudiengang Additive Manufacturing V1 (englisch), Masterstudiengang Chemieingenieurwesen V3, Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau V4</td></tr>
<tr><td>12</td><td>Modulbeauftragte/r:
Dr.-Ing. Florian Hengsbach, Prof. Dr. Mirko Schaper</td></tr>
<tr><td>13</td><td>Sonstige Hinweise:
Keine
None</td></tr>
</table>

NEU25 Condition Monitoring of Technical Systems

Condition Monitoring of Technical Systems

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiens.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
M.104.8314	150	5	1. - 4.	Sommersemester	1	en	WP

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.104.12284 NEU25 Condition Monitoring of Technical Systems	Blockve im Umfang V2 Ü2	60	90	P	35

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

Keine

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

Empfohlen: Die Lehrveranstaltung baut systematisch auf den Grundlagenvorlesungen Messtechnik und Rechnertools auf.

Recommended: The course builds systematically on the basic lectures on measurement technology and computer tools.

4 **Inhalte:**

Beschreibung des Kurses Einführung in die Instandhaltung: Instandhaltungsziele, Instandhaltungsorganisation, Instandhaltungsproduktivität und Leistungsmessung. Instandhaltungsstrategien: Entwicklung von Instandhaltungsstrategien, Ausfallinstandhaltung, vorausschauende Instandhaltung, vorbeugende Instandhaltung, zuverlässigkeitsorientierte Instandhaltung (RCM), zustandsorientierte Instandhaltung (CBM). Methoden und Werkzeuge in der Instandhaltung: Ausfallstatistik, Fehlermöglichkeits- und Einflussanalyse, Fehlerbaumanalyse, Erneuerungstheorie. Instandhaltungsplanung und -terminierung: Strategische Planung in der Instandhaltung, Techniken der Instandhaltungsplanung. Zustandsorientierte Instandhaltung (CBM): Elemente eines Zustandsüberwachungssystems; Vorteile und Grenzen von CBM. Arten von Zustandsüberwachungsdaten: Einzelwert, kontinuierliches Signal, mehrdimensionale Daten. Zustandsüberwachungssensoren für mechanische, elektromechanische und elektronische Systeme. Datenerfassung, Merkmalsextraktion, Fehlerdiagnose, Prognose, Anwendung von maschinellem Lernen und Deep Learning, Big Data Analytics, vorausschauende Wartung, Bewertung der Algorithmenleistung. Kosten-Nutzen-Analyse der zustandsorientierten Instandhaltung. Kostenelemente der CBM, Kosten der planmäßigen und außerplanmäßigen Wartung, optimale Wartungsintervalle. IoT-basierte vorausschauende Wartung; Komponenten der IoT-basierten vorausschauenden Wartung, Schritte bei der Implementierung, Herausforderungen. Vorausschauende Instandhaltung 4.0 (PdM 4.0): Einführung, Ebenen von PdM 4.0, kritische Faktoren für die Implementierung von PdM 4.0, Schritte für die Implementierung von PdM 4.0.

	Introduction to Maintenance: Maintenance objectives, Maintenance organization, maintenance productivity and performance measurement. Maintenance strategies: evolution of maintenance strategies, breakdown maintenance, predictive maintenance, preventive maintenance, reliability-centered maintenance (RCM), condition-based maintenance (CBM). Methods and tools in maintenance: Failure statistics, Failure Mode and Effect analysis, Fault Tree Analysis, Renewal theory. Maintenance Planning and scheduling: Strategic planning in maintenance, maintenance scheduling techniques. Condition based maintenance (CBM): Elements of a condition monitoring system; benefits and limitations of CBM. Types of condition monitoring data: Single value, continuous signal, multidimensional data. Condition monitoring sensors for mechanical, electromechanical, electronic systems. Data acquisition, feature extraction, fault diagnosis, prognosis, application of machine learning and deep learning, big data analytics, predictive maintenance, algorithm performance evaluation. Cost-benefit analysis of condition-based maintenance. Cost elements of CBM, Cost of scheduled and unscheduled maintenance, optimal maintenance interval. IoT-based Predictive maintenance; components of IoT-based predictive maintenance, steps in implementation, challenges. Predictive maintenance 4.0 (PdM 4.0): Introduction, levels of PdM 4.0, critical factors for implementation of PdM 4.0, steps for implementation of PdM 4.0.
5	**Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:** Studierende können die Rolle der Instandhaltungsplanung bei der Verbesserung der Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit und Sicherheit von technischen Systemen verstehen. Sie sind in der Lage, eine geeignete Instandhaltungsstrategie und ihre Elemente für ein gegebenes technisches System auszuwählen, Algorithmen für die Signalverarbeitung, Diagnose und Prognose eines technischen Systems zu entwickeln, die Ergebnisse der Zustandsüberwachung zu nutzen, um Instandhaltungsentscheidungen zu treffen, den Bestand zu optimieren und die Zuverlässigkeit zu kontrollieren. The students comprehend the role of maintenance planning in improving the reliability, availability and safety of technical systems. At the end of this course, the student is able to select appropriate maintenance strategy and its elements for a given technical system,develop algorithms for signal processing, diagnostics and prognostics of a technical system, use condition monitoring results to make maintenance decisions, optimize inventory and control reliability.
6	**Prüfungsleistung:** ☒Modulabschlussprüfung (MAP) □Modulprüfung (MP) □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:** 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 Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau V4
12	**Modulbeauftragte/r:** Dr.-Ing. James Kuria Kimotho, Prof. Dr.-Ing. habil. Walter Sextro
13	**Sonstige Hinweise:** Keine None

NEU25 Datengetriebenes Ressourcenmanagement

Data-driven Resource Management

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiens.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
M.104.8371	150	5	1.-4.	Wintersemester	1	de	WP

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.104.61231 NEU25 Datengetriebenes Ressourcenmanagement	V2 S2	60	90	P	30

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

Keine

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

Keine

None

4 **Inhalte:**

In dieser Lehrveranstaltung erarbeiten die Studierenden gemeinsam mit den Lehrenden interdisziplinär Lösungen für die Schnittstellen der Themen IIOT (Industrial Internet of Things) und Ressourcenmanagement. Ziele sind zum Beispiel die Nutzung von industriellen Prozessen und Energiespeichern zur zeitlichen Verschiebung von Energieströmen (Unterstützung der Energiewende) sowie Erhöhung der innerbetrieblichen Ressourcen- und Energieeffizienz. Der Fokus liegt thematisch auf den Energie- und Materialbedarfen in der Industrie. Hierzu gibt es bereits einige technische Ansätze, die innerhalb der Veranstaltung verbessert oder miteinander verbunden werden sollen.
Grundbestandteile der Veranstaltung (kann je nach Semesteraufgabe leicht variieren):

- Grundlagen zu Ressourcenmanagement und -effizienz
- Grundlagen zu Energiemanagement und -effizienz, dezentrale Energieversorgung in der Industrie, Energiespeicherung
- Messtechnik
- Grundlagen zu Datenmanagement
- Produktdatenmanagement und Produktlebenszyklusmanagement
- Kreatives Finden von Lösungen
- Vorstellung der Fragestellungen
- Durchführung einer Projektierung als Gruppe

In this course, students work together with lecturers to develop interdisciplinary solutions for the interfaces between the topics of IIOT (Industrial Internet of Things) and resource management. The objectives are, for example, the use of industrial processes and energy storage systems to shift energy flows over time (supporting the energy transition) and increasing internal resource and energy efficiency. The thematic focus is on energy and material requirements in industry. There are already a number of technical approaches to this, which will be improved or combined within the event.
Basic components of the course (may vary a little bit depending on the semester assignment):

- Fundamentals of resource management and efficiency
- Fundamentals of energy management and efficiency, decentralized energy supply in industry, energy storage
- Measuring technology
- Fundamentals of data management
- Management of product data and product life cycle
- Finding creative solutions
- Presentation of the issues
- Carrying out project planning as a group

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

Zunächst erwerben die Studierenden das benötigte Fachwissen (siehe Inhalte). Anschließend werden Problemstellungen gemeinsam formuliert oder vom Dozenten/der Dozentin vorgegeben. Die Studierenden erarbeiten (möglichst in Gruppen) Lösungen, um die Nachhaltigkeit in der Produktion bzw. der Fabrik zu steigern. Dies kann z. B. eine technische (ggf. patentwürdige) Lösung, ein Prototyp für ein Produkt, eine Business-Idee zu einer Ausgründung oder auch eine eingehende Beschäftigung sein. Das Vorgehen fördert die kommunikativen Kompetenzen sowie Team- und Reflexionsfähigkeit.

Firstly, students acquire the necessary specialised knowledge (see contents). Subsequently, problems are formulated together or specified by the lecturer. The students develop solutions (preferably in groups) to increase sustainability in production or the factory. This can be, for example, a technical (possibly patentable) solution, a prototype for a product, a business idea for a spin-off or an in-depth study. The procedure promotes communication skills as well as teamwork and the ability to reflect.

6 **Prüfungsleistung:**

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

zu	**Prüfungsform**	**Dauer bzw. Umfang**	**Gewichtung für die Modulnote**
a)	schriftliche Hausarbeit (Einzelarbeit) sowie Projektarbeit (Gruppenarbeit)	15-30 Seiten sowie Dokumentation und Präsentation (30 Minuten)	40% / 60%

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
12	**Modulbeauftragte/r:** Univ.-Prof. Dr.-Ing. Alexander Schlüter
13	**Sonstige Hinweise:** Die Übungen werden in Absprache blockweise abgehalten. The assignments should be held in blocks by mutual agreement.

NEU25 Digitalbasierte Simulationsverfahren in der Kunststofftechnik

Simulation processes in the plastics technology

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiens.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
M.104.8316	150	5	1.-4.	Sommersemester	1	de	WP

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.104.42251 NEU25 Digitalbasierte Simulationsverfahren in der Kunststofftechnik	V2 Ü2	60	90	P	35

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

Keine

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

keine / none

4 **Inhalte:**

Simulationsverfahren in der Kunststofftechnik werden eingesetzt, um Entwicklungsschritte bis zum fertigen Produkt zu vermeiden oder zu reduzieren. Dazu zählt insbesondere die frühzeitige Behebung durch Simulationen erkannter Probleme vor der eigentlichen Produktion, so dass Ausschuss vermieden werden kann. In der Vorlesung werden die Grundlagen sowie einige Simulationsmöglichkeiten aufgezeigt.

- Materialdaten
- Erhaltungssätze
- Analytik
- Finite-Differenzen-Methode
- Netzwerktheorie
- Ähnlichkeitstheorie/Scale-up
- Einsatz in den Simulationsprogrammen REX,PSI

Simulation processes in plastics technology are used to avoid or reduce development steps up to the finished product. This includes in particular the early elimination of problems recognised by simulations before actual production, so that rejects can be avoided. In the course, the basics as well as some simulation possibilities are shown.

- Material data
- Conservation laws
- Analytics
- Finite difference method
- Network theory
- Similarity theory/scale-up
- Use in the simulation programmes REX,PSI

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

Die Studierenden kennen die Grundsätze digitalbasierter Simulations- und Berechnungsverfahren für kunststofftechnische Prozesse und können diese anwenden. Dies umfasst das Verständnis sowie Vereinfachung und Anwendung von Erhaltungsgleichungen sowie die Anwendung von analytischen und numerischen Berechnungsmethoden. Die Studierenden sind in der Lage Berechnungsverfahren für verschiedene Problemstellungen auszuwählen, zu beschreiben und anzuwenden.

Students are familiar with the principles of digital-based simulation and calculation methods for plastics engineering processes and are able to apply them. This includes the understanding, simplification and application of conservation equations as well as the application of analytical and numerical calculation methods. Students are able to select, describe and apply calculation methods for various problems.

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%

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 Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau V4
12	**Modulbeauftragte/r:** Dr.-Ing. Jutta Jungemann, Prof. Dr.-Ing. Elmar Moritzer
13	**Sonstige Hinweise:** Keine None

NEU25 Digitale und Virtuelle Produktentstehung							
Digital and Virtual Product Creation							
Modulnummer:	**Workload (h):**	**LP:**	**Studiens.:**	**Turnus:**	**Dauer (in Sem.):**	**Sprache:**	**P/WP:**
M.104.8317	150	5	1.-4.	Wintersemester	1	de	WP

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	**Lehrform**	**Kontaktzeit (h)**	**Selbststudium (h)**	**Status (P/WP)**	**Gruppengröße (TN)**
a)	L.104.51227 NEU25 Digitale und Virtuelle Produktentstehung	V2 Ü2	60	90	P	35

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

Keine

none

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

Empfohlen: Entwicklungsmethodik, Produktentwicklung mit CAD und PDM

4 **Inhalte:**

Produktentwickler*innen wenden unterschiedliche Methoden an, um Produkte anforderungsgerecht zu gestalten. Dabei müssen nicht nur Basis- und Leistungsanforderungen erfüllt werden, sondern auch Begeisterungsfaktoren als Alleinstellungsmerkmale im Wettbewerb geschaffen werden. Zur Absicherung der Nachhaltigkeit und insbesondere der Kreislauffähigkeit neuer Produkte sind vorausschauende Analysen erforderlich. Produkte werden dabei zunehmend „smart", „intelligent" und „vernetzt": Sie integrieren Eigenschaften, die erst durch das Zusammenspiel verschiedener Disziplinen wie Maschinenbau, Elektrotechnik und Informatik entstehen. Die Produktentstehung solcher mechatronischen oder Cyber-physischen Systeme erfolgt zunehmend modellbasiert. Sie erfordert in jedem Fall interdisziplinäre Entwicklungsansätze, aber auch Werkzeuge zur Digitalen und Virtuellen Produktentstehung. Deren Einsatz entscheidet nicht selten über die Effektivität, Effizienz und Nachhaltigkeit in der Produktentstehung. Digitale Werkzeuge erleichtern die Auslegung und Gestaltung von Produkten und Produktionssystemen, die standort- und unternehmensübergreifende Zusammenarbeit verschiedener Akteure und den virtuellen Test, ohne dass materielle Prototypen erforderlich sind. Neben Entwicklungs- und Kollaborationswerkzeugen steht die Abbildung realer Wirkzusammenhänge im virtuellen Raum im Mittelpunkt der Lehrveranstaltung. Aus der Perspektive der Produktentstehung wird auch die Produktions- und Automatisierungstechnik behandelt, die im Zuge von Digitalisierungsstrategien bis hin zu flexiblen, autonom agierenden Systemen reicht. Im modellbasierten Life Cycle Assessment (LCA) wird erlebbar, wie daten- und modellbasierte Ansätze die Bewertung von ökonomischen, ökologischen und sozialen Faktoren der Nachhaltigkeit ermöglichen.

Themenschwerpunkte der Vorlesung sind:

- Rechnergestützte Produktentwicklung (Digital Engineering)
  - Computer Aided Design (CAD) und Engineering (CAE/CAx)
  - Virtual Engineering bzw. Virtuelle Produktentwicklung
  - Virtual und Rapid Prototyping
  - Produktlebenszyklus und Digitaler Zwilling
- Kollaboration in der Produktentwicklung
  - Informationssysteme, IT-System-Architekturen und Interoperabilität
  - Computer Supported Collaborative Work (CSCW)
  - Product und Systems Lifecycle Management (PLM/SysLM)
- Model Based Systems Engineering (MBSE)
  - Simulation Driven Engineering
  - Modellbasiertes Life Cycle Assessment (LCA)
- Schnittstellen zwischen Produktentwicklung und Produktion
  - Integrierte Produktentwicklung
  - Design for X und Feature-basierte Modellierung
- Produktion
  - Produktionsplanung und -steuerung mit Schnittstellen zu Enterprise Resource Planning (ERP) und Manufacturing Execution Systems (MES)
  - Digitale Fabrik und Anwendung im Sinne von Industrie 4.0

Themenschwerpunkte der Übung sind:

- Anwendungsbezogene Grundlagen der Informatik und Wirtschaftsinformatik
  - Modellierung und Datenmanagement
  - Methoden der Daten-Analyse und Künstlichen Intelligenz
  - Mensch-Maschine-Interaktion, Visualisierung und Computergraphik
- Werkzeuge der Digitalen und Virtuellen Produktentstehung
  - Model Based Systems Engineering (MBSE)
  - Simulationsmodelle

Product engineers use various methods to engineer products in a way that they satisfy requirements. Besides basic and performance requirements, enthusiasm factors must be created as a unique selling point in the competitive environment. Forsightful analyses are required to ensure the sustainability and, in particular, the recyclability of new products. Products are increasingly becoming “smart”, “intelligent” and “connected”: They provide properties that are only created through the interaction of different disciplines, such as mechanical engineering, electrical engineering and computer science. The engineering of such kind of mechatronic or cyber-physical systems 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, efficiency and sustainability of product development. Digital tools facilitate the design and creation of products and production systems, the collaboration of different actors across locations and companies and virtual testing without manufacturing real prototypes. In addition to development and collaboration tools, the transfer of real interactions into virtual, simulated space is the focus of the module. This is supplemented by production and automation technology from the perspective of Product Creation, spanning from digitalisation strategies to flexible, autonomously acting systems. In the model-based Life Cycle Assessment (LCA), it becomes clear how data- and model-based approaches enable the evaluation of economic, ecological and social factors of sustainability.

Contents of the lecture:

- Digital Engineering
  - Computer Aided Design (CAD) and Engineering (CAE/CAx)
  - Virtual Engineering or Virtual Product Creation
  - Virtual und Rapid Prototyping
  - Product Life Cycle and Digital Twin
- Collaboration in product engineering
  - Information systems, IT system architectures and interoperability
  - Computer Supported Collaborative Work (CSCW)
  - Product and Systems Lifecycle Management (PLM/SysLM)
- Model Based Systems Engineering (MBSE)
  - Simulation Driven Engineering
  - Model-based Life Cycle Assessment (LCA)
- Interfaces between product engineering and production
  - Integrated product engineering
  - Design for X und feature-based modelling
- Production
  - Production planning and control, incl. interfaces to Enterprise Resource Planning (ERP) and Manufacturing Execution Systems (MES)
  - Digital Factory and Application in terms of Industry 4.0

Contents of the exercise:

- Adoption of fundamentals from Information Technology
  - Modelling and data management
  - Methods of data analysis and Artificial Intelligence
  - 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

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

Das Modul Digitale und Virtuelle Produktentstehung (DVPE) vermittelt sowohl Basis- als auch Anwendungskompetenzen für zukünftige Entwicklerinnen und Entwickler. Die Studierenden beschreiben die wesentlichen Grundlagen und Zusammenhänge von digitalen Werkzeugen im Kontext von Digital und Virtual Engineering. Sie erklären diese anhand von Beispielen. Außerdem erläutern sie, wie Informatikkonzepte in Anwendungssoftware umgesetzt werden. Sie wenden die erworbenen Kenntnisse und Verfahren in Bezug auf ausgewählte Softwareprodukte und Grundfunktionen an. Dies ermöglicht es ihnen, ihre Anwendbarkeit auf verschiedene Situationen zu analysieren und spezifische Probleme erfolgreich und schnell zu lösen. Erworbene Kompetenzen in der Anwendung von Vorgehensmodellen und Methoden aus dem Modul „Produktentstehung“ (M.104.8271) werden um die Nutzung von digitalen Werkzeugen und virtueller Realität erweitert. In den weiteren Seminaren “Projektlabor Lean Production“ (L.104.51910) und „Projektlabor Künstliche Intelligenz für die Produktentstehung“ (M.104.8352) werden spezifische Problemstellungen der Forschung und Praxis mithilfe von digitalen Werkzeugen gelöst.

The module DVPE 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. They also explain how computer science concepts are implemented in application software. 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.104.8271) are extended by the use of digital tools and virtual reality. In the other seminars “Project lab Lean Production” (L.104.51910) and “Project lab Artificial Intelligence for Product Creation” (M.104.8352), specific problems in research and practice are solved with the help of digital tools.

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%

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 Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau V4
12	**Modulbeauftragte/r:** Dr.-Ing. Jens Pottebaum, Prof. Dr. Iris Gräßler
13	**Sonstige Hinweise:** Keine None

NEU25 Elastomechanik

Mechanics of Elasticity

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiens.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
M.104.8318	150	5	1.-4.	Sommersemester	1	de	WP

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.104.22212 NEU25 Elastomechanik	V2 Ü2	60	90	P	35

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

Keine

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

keine / none

4 **Inhalte:**

- Problemstellungen des modernen Maschinenbaus: Hyperelastische Probleme, große Deformationen
- Grundlagen der Tensorrechnung und deren Anwendung (durch Verzerrungs- und Spannungstensoren)
- Einführung in effiziente Materialmodelle (Ogden, Neo-Hooke, Mooney Rivlin)
- Einführung in nachhaltige virtuelle Experimente, wie die Finite Elemente Methode

- Problems in mechanical engineering: hyperelastic problems, large deformations
- Fundamentals of tensor calculus and its application (using strains and stress tensors)
- Introduction to efficient material models (Ogden, Neo-Hooke, Mooney Rivlin)
- Introduction to sustainable virtual experiments, such as the finite element method

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

Die Studierenden können die Grundlagen für hyperelastische Probleme wiedergeben. Zudem sind sie in der Lage diese mit Hilfe der Tensorrechnung zu beschreiben und auf verschiedene Materialmodelle anzuwenden.

Students will be able to list the fundamentals of hyperelastic problems. They will also be able to describe them using tensor calculus and apply them to various material models.

<table>
<tr><td>6</td><td>Prüfungsleistung:
☒Modulabschlussprüfung (MAP) □Modulprüfung (MP) □Modulteilprüfungen (MTP)
<table>
<tr><th>zu</th><th>Prüfungsform</th><th>Dauer bzw. Umfang</th><th>Gewichtung für die Modulnote</th></tr>
<tr><td>a)</td><td>Klausur oder mündliche Prüfung</td><td>90 - 120 Minuten oder 45 - 60 Minuten</td><td>100%</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>7</td><td>Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:
keine / none</td></tr>
<tr><td>8</td><td>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:
Keine
None</td></tr>
<tr><td>9</td><td>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.</td></tr>
<tr><td>10</td><td>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).</td></tr>
<tr><td>11</td><td>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:
Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau V4</td></tr>
<tr><td>12</td><td>Modulbeauftragte/r:
Dr. Ismail Caylak</td></tr>
<tr><td>13</td><td>Sonstige Hinweise:
Keine
None</td></tr>
</table>

NEU25 Entwicklung und Auslegung eines elektrisch betriebenen und autonom fahrenden Rennfahrzeugs

Development and Design of an electrically operated and autonomous driving racing car

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiens.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
M.104.8319	150	5	1.-4.	Wintersemester	1	de	WP

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.104.25661 NEU25 Entwicklung und Auslegung eines elektrisch betriebenen und autonom fahrenden Rennfahrzeugs	P4	60	90	P	35

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

Keine

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

keine / none

4 **Inhalte:**

Im Rahmen der Lehrveranstaltung werden die Studierende an den Entwicklungsprozess eines elektrisch betriebenen und autonom fahrenden Rennfahrzeugs herangeführt, indem die zentralen Themenstellungen der Fahrzeugentwicklung bearbeitet werden. Dies betrifft aus technischer Sicht die Entwicklung der Karosserie, des Fahrwerks, des Antriebsstrangs und der autonomen Steuerungstechnik. Darüber hinaus ist eine Analyse des Prototyps hinsichtlich ökonomischer und ökologischer Aspekte durchzuführen. Die Lehrveranstaltung bietet den Studierenden großen Freiraum für Kreativität, sodass durch Auswahl innovativer Werkstoffkombinationen und unkonventioneller Lösungsansätze die Performance des Rennwagens maximiert werden kann. Zwingend dafür erforderlich ist eine eng verzahnte und interdisziplinäre Zusammenarbeit innerhalb der verschiedenen Fachbereiche. Die Rahmenbedingungen der Entwicklung werden dabei durch die jährlich aktualisierten Regelwerke der Formula SAE vorgegeben. Zur Unterstützung der Entwicklungsaktivitäten wird den Studierenden ein großes Portfolio an digitalen Werkzeugen (z. B. CAD oder FEM-Programme) zur Verfügung gestellt. Zusätzlich kann auf die umfangreiche Prüftechnik des Lehrstuhls zurückgegriffen werden, um frühzeitig Materialien und Halbzeuge für den Einsatz im Rennfahrzeug zu validieren und die Grundlage für die virtuelle Auslegung der Komponenten zu schaffen. Bei der Entwicklung von Fahrwerks- und Strukturbauteilen müssen bereits zu diesem Zeitpunkt die verfügbaren Fertigungsmöglichkeiten und verfahrensspezifische Fertigungsrestriktionen berücksichtigt werden. Für die Entwicklung und Auslegung der Softwarearchitektur mit der dazugehörigen Hardware (Sensorik und Aktorik, Verarbeitung der aufgezeichneten Daten) zum autonomen Fahren sind vereinfachte Modellversuche denkbar. Ebenso können die Komponenten des elektrischen Niedervoltsystems sowie des elektrischen Antriebsstrangs auf Hochvolt-Basis weiterentwickelt werden, indem diese effizienter und kompakter gestaltet werden oder zusätzliche Funktionalität implementiert wird.

	As part of the course, students are introduced to the development process of an electrically powered and autonomously driving racing car by working on the central topics of vehicle development. From a technical point of view, this concerns the development of the body, the chassis, the powertrain, and the autonomous control technology. In addition, an analysis of the prototype with regard to economic and ecological aspects must be carried out. The course offers students considerable scope for creativity, allowing them to maximize the performance of the race car by selecting innovative material combinations and unconventional solutions. This requires close, interdisciplinary cooperation between the various departments. The framework conditions for development are specified by the Formula SAE regulations, which are updated annually. To support the development activities, students are provided with a large portfolio of digital tools (e.g., CAD or FEM programs). In addition, the chair's extensive testing technology can be used to validate materials and semi-finished products for use in racing cars at an early stage and to create the basis for the virtual design of components. When developing chassis and structural components, the available manufacturing options and process-specific manufacturing restrictions must be taken into account at this stage. Simplified model tests are conceivable for the development and design of the software architecture with the associated hardware (sensors and actuators, processing of recorded data) for autonomous driving. Similarly, the components of the low-voltage electrical system and the high-voltage-based electric powertrain can be further developed by making them more efficient and compact or by implementing additional functionality.
5	**Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:** Die Studierenden sind in der Lage ingenieurwissenschaftliche Aufgabenstellungen für Rennfahrzeuge selbstständig zu bearbeiten. Sie können sich dabei in einer vorgegebenen Zeit in neue Themenbereiche einarbeiten, Lösungsansätze unter Berücksichtigung der angegebenen Rahmenbedingungen sowie wirtschaftlicher und nachhaltiger Kriterien kreieren und diese in Diskussions- und Präsentationsrunden vorstellen. Im Rahmen der Lehrveranstaltung wird die Zusammenarbeit interdisziplinärer Fachgruppen gefördert. Students are able to independently work on engineering tasks for racing cars. They can familiarize themselves with new topics within a given time frame, create solutions taking into account the specified conditions as well as economic and sustainability criteria, and present these in discussion and presentation rounds. The course promotes collaboration between interdisciplinary specialist groups.
6	**Prüfungsleistung:** ☒Modulabschlussprüfung (MAP) □Modulprüfung (MP) □Modulteilprüfungen (MTP)

zu	**Prüfungsform**	**Dauer bzw. Umfang**	**Gewichtung für die Modulnote**
a)	Mündliche Prüfung	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:** Prof. Dr. Thomas Tröster
13	**Sonstige Hinweise:** Keine None

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:**

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:

- lichtoptische Verfahren,
- Rasterelektronenmikroskopie,
- EBSD,
- Transmissionselektronenmikroskopie,
- Röntgendiffraktometrie,
- Zugversuch,
- Digitale Bildkorrelation.

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:

- light-optical methods,
- Scanning electron microscopy,
- EBSD,
- Transmission electron microscopy,
- X-ray diffractometry,
- Tensile testing,
- Digital image correlation.

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

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.

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.

The students are able to recognize the optimal method of investigation for specific materials science questions and they are able to interpret the results.

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%

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 Additive Manufacturing V1 (englisch), Masterstudiengang Chemieingenieurwesen V3, Masterstudiengang Nachhaltiger Maschinenbau V1, Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau V4
12	**Modulbeauftragte/r:** Prof. Dr. Mirko Schaper
13	**Sonstige Hinweise:** Keine None

NEU25 Fachlabor Leichtbau

Practical laboratory “Production”

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiens.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
M.104.8322	150	5	1.-4.	Sommer- / Wintersemester	1	de	WP

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.104.21991 NEU25 Fachlabor Leichtbau	S4	60	90	P	35

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

Keine

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

Empfohlen: Fügetechnische Vorlesungen des LWF

4 **Inhalte:**

- Analyse bestehender fertigungstechnischer Lösungen aus unterschiedlichen Branchen mit Fokus auf Montage- und Verbindungstechnik
- Auswahl von anwendungsgerechten Verfahren für den ausgewählten Anwendungsfall
- Verbindungsgerechte Bauteilauslegung
- Berücksichtigung fertigungstechnischer Einflussgrößen
- Erarbeitung alternativer Problemlösungen
- Ausarbeitung von Empfehlungen für zukünftige Produktentwicklungen
- Schaffung internetfähiger Problemlösungen
- Aktuelle Forschungsschwerpunkte im Bereich der Montage- und Verbindungstechnik

- Analysis of existing manufacturing technology solutions from various industries with a focus on assembly and joining technology
- Selection of application-oriented processes for the selected application
- Component design suitable for joining
- Consideration of production-related influencing variables
- Development of alternative problem solutions
- Elaboration of recommendations for future product developments
- Creation of internet-compatible problem solutions
- Current research focus in the field of assembly and joining technology

5	**Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:** Durch die praxisrelevante Aufgabenstellung aus dem Bereich der Fertigungstechnik sind die Studierenden in der Lage, mittels geeigneter Methoden anwendungsgerechte Lösungen für den Anwendungsfall auszuwählen und auszulegen sowie fertigungstechnische Einflussgrößen zu identifizieren und ggfs. in Alternativlösungen zu berücksichtigen. Die Studierenden können die erarbeiteten Ergebnisse präsentieren und ihren Lösungsweg argumentieren. Due to the practice-relevant task from the field of production engineering, students are able to select and design application-oriented solutions for the use case using suitable methods and to identify production-related influencing variables and, if necessary, take them into account in alternative solutions. Students will be able to present the results obtained and argue their solution.
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%

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
12	**Modulbeauftragte/r:** Prof. Dr.-Ing. Gerson Meschut
13	**Sonstige Hinweise:** Keine None

NEU25 Fachlabor Werkstoffkunde

Advanced Materials Science Lab Course

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiens.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
M.104.8323	150	5	1.-4.	Sommer- / Wintersemester	1	de	WP

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.104.23966 NEU25 Fachlabor Werkstoffkunde	S4	60	90	P	35

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

Keine

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

Empfohlen werden die Vorlesungen Werkstoffkunde 1 und 2.

4 **Inhalte:**

Innerhalb des Fachlabors werden die Studierenden an verschiedene Methoden zur Charakterisierung von Werkstoffen herangeführt. Dabei wird neben der Grundlagenvermittlung auch die Handhabung trainiert, und die Studierenden sollen sich intensiv mit dem Versuch und den Ergebnissen auseinandersetzen. Es wurden gezielt Versuche gewählt, die auch in studentischen Arbeiten zur Anwendung kommen, wie:

- Schweißen
- Rasterelektronenmikroskopie
- Digitale Bildkorrelation
- Instrumentierter Kerbschlagbiegeversuch
- Wärmebehandlung von Stahl
- Hochtemperaturkriechen
- Korrosion
- Walzen von Aluminium
- Rekristallisation von Aluminium.

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

Die Studierenden können theoretische Grundlagen in praktischen Versuchen anwenden und sind in der Lage, die generierten Ergebnisse auszuwerten, zu interpretieren sowie in geeigneter Form zu präsentieren.

<table>
<tr><td>6</td><td>Prüfungsleistung:
☒Modulabschlussprüfung (MAP) □Modulprüfung (MP) □Modulteilprüfungen (MTP)
<table>
<tr><th>zu</th><th>Prüfungsform</th><th>Dauer bzw. Umfang</th><th>Gewichtung für die Modulnote</th></tr>
<tr><td>a)</td><td>Klausur oder mündliche Prüfung</td><td>90 - 120 Minuten oder 45 - 60 Minuten</td><td>100%</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>7</td><td>Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:
keine / none</td></tr>
<tr><td>8</td><td>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:
Keine
None</td></tr>
<tr><td>9</td><td>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.</td></tr>
<tr><td>10</td><td>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).</td></tr>
<tr><td>11</td><td>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:
Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau V4</td></tr>
<tr><td>12</td><td>Modulbeauftragte/r:
Prof. Dr. Mirko Schaper</td></tr>
<tr><td>13</td><td>Sonstige Hinweise:
Keine
None</td></tr>
</table>

NEU25 Fahrerassistenzsysteme und autonomes Fahren

Driver assistance systems and autonomous driving

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiens.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
M.104.8324	150	5	1.-4.	Sommersemester	1	de	WP

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.104.52233 NEU25 Fahrerassistenzsysteme und autonomes Fahren	V2 Ü2	60	90	P	35

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

Keine

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

Empohlen: Matlab-Simulink, Regelungstechnik, Grundlagen der Mechatronik und Systemtechnik

Recommendet: Matlab-Simulink, Control Engineering, Principles of Mechatronics and System Engineering

4 **Inhalte:**

- Überblick und Klassifikation von autonomen Fahrfunktionen, Automatisierungsgrade und rechtliche Aspekte
- Modell- und Simulationsbasierte Entwicklungs- und Testmethoden
- Sensorik für die Fahrzustands- und Umfelderfassung
- Trajektorienfolgeregelung und Fahrermodelle
- Automatisierte Längsführung: Systemstruktur, Funktionshierarchie, Sensorik und Aktorik am Beispiel der adaptiven Geschwindigkeitsregelung
- Automatisierte Querführung: Systemstruktur, Funktionshierarchie, Sensorik und Aktorik am Beispiel des Spurhalteassistenten

- Overview and classification of autonomous driving functions, automation levels and legal aspects
- Model- and simulation-based development and test methods
- Sensor technology for vehicle state and environment detection
- Trajectory following control and driver models
- Automatic longitudinal control: System structure, function hierarchy, sensor and actuator technology of adaptive cruise control as an example
- Automatic laterall control: System structure, function hierarchy, sensor and actuator technology of lane keeping assistance as an example

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

Die Studierenden kennen die grundlegenden Anwendungen der Steuerungs- und Regelungstechnik in Systemen zur Fahrdynamikregelung und zur Fahrerassistenz im Automobil, sowohl in Bezug auf Sicherheit als auch auf Komfort. Sie können deren Funktionsweise, die zugrundeliegenden Algorithmen sowie die eingesetzten mechatronischen Komponenten erklären. Basis hierfür sind Kenntnisse über die Fahrdynamik (Längs-, Quer- und Vertikaldynamik), die verschiedenen Arten der Modellbildung, Methoden zur simulationsbasierten Analyse und Bewertung sowie deren Anwendungen für automatisierte Fahrfunktionen. Diese Kenntnisse über das Fahrzeug- und Fahrerverhalten und die erforderlichen bzw. verfügbaren Komponenten dienen der Anwendung zur Auslegung von Fahrdynamikregelungen und automatisierten sowie kooperativen Assistenzsystemen. Die Studierenden können die jeweiligen Anwendungsfälle analysieren, daraus differenzierte Anforderungen und Randbedingungen ableiten und die erlernten Methoden zur Auslegung fortgeschrittener Assistenzsysteme und automatisierter Fahrfunktionen einsetzen. Außerdem kennen die Studierenden aktuelle bzw. aktuell in Entwicklung befindliche neue Mobilitätskonzepte, die sich aus der zunehmenden Automatisierung von Fahrzeugen ergeben. Sie können erklären, wie diese Konzepte gegenüber dem aktuell dominierenden Individualverkehr mit gering automatisierten Fahrzeugen die Effizienz und auch die Nachhaltigkeit hochautomatisierter Fahrzeugflotten steigern.

Students will be familiar with the basic applications of control and regulation technology in systems for vehicle dynamics control and driver assistance in cars, both in terms of safety and comfort. They will be able to explain how they work, the underlying algorithms and the mechatronic components used. This is based on knowledge of vehicle dynamics (longitudinal, lateral and vertical dynamics), the various types of modelling, methods for simulation-based analysis and evaluation and their applications for automated driving functions. This knowledge of vehicle and driver behaviour and the required and available components is used to design vehicle dynamics control systems and automated and cooperative assistance systems. Students will be able to analyse the respective use cases, derive differentiated requirements and boundary conditions and use the methods they have learned to design advanced assistance systems and automated driving functions. In addition, students will be familiar with current mobility concepts or those currently under development that result from the increasing automation of vehicles. They will be able to explain how these concepts increase the efficiency and sustainability of highly automated vehicle fleets compared to the currently dominant individual transport with low levels of automation.

6 **Prüfungsleistung:**

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

zu	**Prüfungsform**	**Dauer bzw. Umfang**	**Gewichtung für die Modulnote**
a)	Mündliche Prüfung	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 Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau V4
12	**Modulbeauftragte/r:** Dr.-Ing. Sandra Gausemeier
13	**Sonstige Hinweise:** Keine None

NEU25 Fahrzeugaerodynamik

Aerodynamics

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiens.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
M.104.8325	150	5	1.-4.	Sommersemester	1	de	WP

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.104.25281 NEU25 Fahrzeugaerodynamik	V2 Ü2	60	90	P	35

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

Keine

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

Grundlagen in der Strömungsmechanik sind vorteilhaft. Diese erlangen Sie z.B. in der Bachelor-Vorlesung Fluidmechanik (L.104.32240) in dem Modul Transportphänomene (M.104.1226 / M.104.2414).

4 **Inhalte:**

In dem Modul werden häufig auftretende Strömungsvorgänge bei bodengebundenen Fahrzeugen, mit dem Schwerpunkt Straßenfahrzeuge beschrieben und erklärt. Darüber hinaus werden auch Effekte behandelt, die bei der Durchfahrt von baulichen Veränderungen, wie z.B. Tunneln, auftreten. Die Vorlesung beginnt mit einer Einführung in die Aerodynamik anhand des stumpfen Körpers. Anschließend vermittelt die Vorlesung einführende Kenntnisse über die Potentialströmung in Bodennähe. Ein besonderer Fokus liegt auf der konstruktiven Reduzierung des aerodynamischen Widerstands, um sowohl die Energieeffizienz als auch die Nachhaltigkeit von Fahrzeugen zu verbessern. Das Modul beinhaltet zudem instationäre Effekte und vermittelt angewandtes Fachwissen über aerodynamische Versuchsanlagen und Windkanalmessungen.

This module describes and explains frequently occurring flow processes in ground-based vehicles, with a focus on road vehicles. It also covers effects that occur when passing through structural changes, such as tunnels. The lecture begins with an introduction to aerodynamics using the blunt body as an example. The lecture then provides introductory knowledge about potential flow near the ground. A particular focus is placed on the structural reduction of aerodynamic drag in order to improve both the energy efficiency and sustainability of vehicles. The module also covers unsteady effects and imparts applied expertise on aerodynamic test facilities and wind tunnel measurements.

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

Die Studierenden können das Auftreten charakteristischer Strömungsphänomene wie Ablösungen, Totwassergebiete und Wirbelstrukturen an einem Fahrzeug abschätzen und deren Folgen einordnen. Sie sind in der Lage, anhand einfacher potentialtheoretischer Überlegungen, Stromlinienverläufe, um stumpfe Körper zu interpretieren. Den technischen Aufbau wichtiger Versuchsanlagen wie z.B. eines Windkanals, als auch die in diesen Anlagen durchführbaren Messungen können sie erläutern. Sie verstehen zudem die Aussagen und Anwendbarkeit des Ähnlichkeitsgesetzes. Darüber hinaus können die Studierenden Maßnahmen zur aerodynamischen Optimierung im Kontext der Nachhaltigkeit identifizieren, um den Energieverbrauch und die Umweltbelastung von Fahrzeugen zu reduzieren.

Students can assess the occurrence of characteristic flow phenomena such as separations, dead water areas, and vortex structures on a vehicle and classify their consequences. They are able to interpret streamline paths around blunt bodies using simple potential theory considerations. They can explain the technical design of important test facilities, such as a wind tunnel, as well as the measurements that can be carried out in these facilities. They also understand the statements and applicability of the similarity law. In addition, students can identify measures for aerodynamic optimization in the context of sustainability in order to reduce the energy consumption and environmental impact of vehicles.

6 **Prüfungsleistung:**

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

zu	**Prüfungsform**	**Dauer bzw. Umfang**	**Gewichtung für die Modulnote**
a)	Mündliche Prüfung und Referat	45 - 60 Minuten bzw. 10 Seiten und 10-15 Minuten	100%

Die Prüfungsleistung setzt sich aus einer mündlichen Prüfung und einem Referat zusammen. Die Mündliche Prüfung geht zu 80% in die Modulnote ein, das Referat zu 20%.

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
12	**Modulbeauftragte/r:** Prof. Dr. Thomas Tröster
13	**Sonstige Hinweise:** In diesem Modul gibt es eine verbindliche und kostenfreie Exkursion zum Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt in Göttingen. This module includes a mandatory, free excursion to the German Aerospace Center in Göttingen.

NEU25 Fahrzeugakustik

Vehicle acoustics

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiens.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
M.104.8326	150	5	1. - 4.	Sommersemester	1	de	WP

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.104.12276 NEU25 Fahrzeugakustik	V2 Ü2	60	90	P	35

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

Keine

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

Empfohlen: Grundkenntnisse in Mathematik und Mechanik

Empfohlen: Basic knowledge of mathematics and mechanics

4 **Inhalte:**

Ziel der Veranstaltung ist die Vermittlung des Grundwissens der modernen Fahrzeugakustik. In einem allgemeinen Teil werden die Grundlagen der Akustik und die für die Fahrzeugakustik relevanten Eigenschaften von Kraftfahrzeugen vermittelt und geübt. Anschließend werden die wichtigsten Problemstellungen der Fahrzeugakustik vorgestellt und mit dem zuvor erworbenen Wissen in Zusammenhang gebracht.

The aim of the course is to convey the basic knowledge of modern vehicle acoustics. In a general part, the basics of acoustics and the properties of motor vehicles relevant to vehicle acoustics are taught and practiced. Then the most important problems of vehicle acoustics are presented and related to the previously acquired knowledge.

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

Die Studierenden verfügen über das Grundwissen der modernen Fahrzeugakustik und sind in der Lage, einfache Problemstellungen der Fahrzeugakustik zu lösen. Sie kennen einschlägige Softwarewerkzeuge und können diese für einfache Beispiele anwenden.

Students have a basic knowledge of modern vehicle acoustics and are able to solve simple vehicle acoustics problems. They know the relevant software tools and can use them for simple examples.

<table>
<tr><td>6</td><td>Prüfungsleistung:
☒Modulabschlussprüfung (MAP) □Modulprüfung (MP) □Modulteilprüfungen (MTP)
<table>
<tr><th>zu</th><th>Prüfungsform</th><th>Dauer bzw. Umfang</th><th>Gewichtung für die Modulnote</th></tr>
<tr><td>a)</td><td>Klausur oder mündliche Prüfung</td><td>120 - 150 Minuten oder 45 - 60 Minuten</td><td>100%</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>7</td><td>Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:
keine / none</td></tr>
<tr><td>8</td><td>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:
Keine
None</td></tr>
<tr><td>9</td><td>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.</td></tr>
<tr><td>10</td><td>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).</td></tr>
<tr><td>11</td><td>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:
Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau V4</td></tr>
<tr><td>12</td><td>Modulbeauftragte/r:
Dr. Armin Bruno, Prof. Dr.-Ing. habil. Walter Sextro</td></tr>
<tr><td>13</td><td>Sonstige Hinweise:
Hinweise der Lehrveranstaltung NEU25 Fahrzeugakustik:
Blockveranstaltung; Vorlesung und Übung können nur gemeinsam besucht werden.
Remarks of course NEU25 Fahrzeugakustik:
Block course; lecture and exercise can only be attended together.</td></tr>
</table>

NEU25 Fahrzeugdynamik

Vehicle dynamics

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiens.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
M.104.8327	150	5	1. - 4.	Wintersemester	1	de	WP

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.104.12227 NEU25 Fahrzeugdynamik	V2 Ü2	60	90	P	35

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

Keine

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

keine / none

4 **Inhalte:**

- Einführung: Landgestützte Fahrzeuge
- Modellbildung: Allgemeines, Wahl der Ersatzsysteme, Kinematik und Kinetik der Mehrkörpersysteme, Formalismen für Mehrkörpersysteme, Kontinuumsmodelle für Balkentragwerke, Modalanalyse für Balkentragwerke, Finite Elemente Methoden, Modelle für Fahrwege, Störmodelle, Modelle für Trag- und Führsysteme, Modelle für das Gesamtsystem
- Regelungsaspekte: Prinzipielles Vorgehen bei der Reglerauslegung bzw. Parameteroptimierung, Formulierung des Regelziels, Definition von Systemgütemaßen, Reglerauslegung, Parameteroptimierung
- Dynamische Analyse: Allgemeines, Methoden zur Systemanalyse, Beispiele

- Introduction: land-based vehicles
- Modelling: General, Choice of equivalent systems, Kinematics and kinetics of multibody systems, Formalisms for multibody systems, Continuum models for beam structures, Modal analysis for beam structures, Finite Element methods beam structures, finite element methods, models for travel paths, disturbance models, models for support and guide guiding systems, models for the overall system.
- Control aspects: Principle procedure for controller design or parameter optimisation, formulation of the control objective, definition of system performance measures, controller design, parameter optimisation
- Dynamic analysis: General information, methods for system analysis, examples

5	**Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:** Die Studierenden können selbständig die Bewegungsgleichungen von Fahrzeugen sowie Trag- und Führsystemen rechnergestützt erstellen und lösen. Mit den hergeleiteten Bewegungsgleichungen lässt sich die Dynamik des techn. Systems simulieren und optimieren. Optimierungsziele hinsichtlich eines nachhaltigen Systems sind u. a. ressourcenschonende Konstruktionen im Sinne des Leichtbaus, Energieeffizienz, Reduktion von Schwingungen bzw. Lärm, Erhöhung der Lebensdauer, Reduktion der Reibung und des Verschleißes. Students can independently create and solve the equations of motion of vehicles as well as load-bearing and guidance systems using computers. The derived equations of motion can be used to simulate and optimize the dynamics of the technical system. Optimization goals with regard to a sustainable system include resource-saving designs in terms of lightweight construction, energy efficiency, reduction of vibrations and noise, increase in service life, reduction of friction and wear.
6	**Prüfungsleistung:** ☒Modulabschlussprüfung (MAP) □Modulprüfung (MP) □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:** 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 Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau V4
12	**Modulbeauftragte/r:** Prof. Dr.-Ing. habil. Walter Sextro
13	**Sonstige Hinweise:** Keine None

NEU25 Faserverbundmaterialien

Composite Materials

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiens.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
M.104.8328	150	5	1.-4.	Sommersemester	1	de	WP

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.104.42241 NEU25 Faserverbundmaterialien	V2 Ü2	60	90	P	35

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

Keine

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

keine / none

4 **Inhalte:**

Die Vorlesung bietet eine umfassende Einführung in die Werkstofftechnik faserverstärkter Kunststoffe. Themen sind u.a. Verstärkungsfasern (Glas-, Carbon- und Naturfasern), textile Halbzeuge und Kunststoffe als Matrixmaterialien. Ein Schwerpunkt liegt auf den besonderen Eigenschaften der Faser-Matrix-Verbundwerkstoffe und den Herstell- und Verarbeitungsverfahren wie RTM und Autoklavtechniken. Zudem werden Strategien zur Optimierung der Fasergehalte und Materialreduktion behandelt, um Ressourcen effizienter zu nutzen. Die Vorlesung bietet wertvolle Einblicke in nachhaltige Alternativen und die innovative Nutzung von Naturfasern.

- Verstärkungsfasern
- Textile Halbzeuge
- Kunststoffe als Matrices
- Eigenschaften von faserverstärkten Kunststoffen (Faser und Matrix im Verbund)
- Herstell- und Verarbeitungsverfahren
- Optimierung der Fasergehalte
- Materialreduktion
- Einsatz von Naturfasern als Verstärkung

The course offers a comprehensive introduction to the materials technology of fibre-reinforced plastics. Topics include reinforcing fibres (glass, carbon and natural fibres), textile semi-finished products and plastics as matrix materials. One focus is on the special properties of fibre-matrix composites and manufacturing and processing methods such as RTM and autoclave techniques. Strategies for optimising fibre content and material reduction are also discussed in order to use resources more efficiently. The course offers valuable insights into sustainable alternatives and the innovative use of natural fibres.

- Reinforcing fibres
- Textile semi-finished products
- Plastics as matrices
- Properties of fibre-reinforced plastics (fibre and matrix in the composite)
- Manufacturing and processing methods
- Optimisation of fibre content
- Material reduction
- Use of natural fibres as reinforcement

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

Die Studierenden verfügen über das Fachwissen, um die wesentlichen Aspekte der Eigenschaften, des Designs und der Verarbeitung von faserverstärkten Kunststoffen zu verstehen. Die Studierenden sollen zum einen ein Verständnis für das spezielle anisotrope Werkstoffverhalten entwickeln und die notwendigen Voraussetzungen für die Herstellung eines optimalen Faserverbundes kennen lernen.

Students will have the expertise to understand the essential aspects of the properties, design and processing of fiber reinforced plastics. The students should on the one hand, develop an understanding of the special anisotropic material behavior and become familiar with the necessary requirements for the production of an optimal fiber composite.

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%

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 Chemieingenieurwesen V3, Masterstudiengang Nachhaltiger Maschinenbau V1
12	**Modulbeauftragte/r:** Prof. Dr.-Ing. Christian Obermann, Prof. Dr.-Ing. Elmar Moritzer
13	**Sonstige Hinweise:** Keine None

NEU25 Fatigue Cracks

Fatigue Cracks

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiens.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
M.104.8329	150	5	1.-4.	Sommersemester	1	en	WP

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.104.13221 NEU25 Fatigue Cracks	V2 Ü2	60	90	P	35

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

keine / none

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

Grundkenntnisse in Technischer Mechanik (Statik und Festigkeitslehre) und Werkstoffkunde

Basic knowledge of technical mechanics (static and strength of materials) and materials science

4 **Inhalte:**

Bei der klassischen Festigkeitsberechnung werden Bauteile ohne Defekte und Risse vorausgesetzt. Ihre Existenz verändert jedoch das Festigkeitsverhalten von Bauteilen und Strukturen und kann zu einem Versagen unterhalb der statischen Festigkeit oder Ermüdungsfestigkeit führen. Daher geht die Bruchmechanik vom Vorhandensein von Rissen in Strukturen und Bauteilen aus. Die englischsprachige Vorlesung “Fatigue Cracks” befasst sich mit den wesentlichen Grundlagen der Bruchmechanik. Insbesondere werden folgende Inhalte diskutiert:

- Einführung: Risse in Komponenten und technischen Strukturen
- Bruchmechanische Grundlagen
- Ermüdungsrisswachstum unter zyklischer Belastung
- Experimentelle Bestimmung der bruchmechanischen Materialkennwerte
- Simulation des Ermüdungsrisswachstums
- Weitere Anwendung bruchmechanischer Konzepte und Methoden (z.B. Mixed-Mode-Belastung, Betriebsbelastung, funktional gradierte Materialien, diverse praktische Schadensfälle)

	The classical strength calculation considers components without any defects and cracks. However, their existence changes the strength behavior of components and structures leading to failure below the static strength or fatigue strength. Therefore, fracture mechanics assumes the existence of cracks in structures and components. The English-speaking lecture “Fatigue Cracks” deals with the fundamentals of fracture mechanic. In particular, the following content is discussed: • Introduction to cracks in components and technical structures • Fracture Mechanical Fundamentals • Fatigue crack growth under cyclic loading • Experimental determination of fracture mechanical material parameters • Simulation of fatigue crack growth • Further application of fracture mechanical concepts and methods (e.g. Mixed-Mode loading, service loading, functional graded materials, various practical damage cases)
5	**Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:** Mit den Inhalten der Lehrveranstaltung „Fatigue Cracks“ sind die Studierenden in der Lage... • in der Vergangenheit aufgetretene Schäden infolge von Risswachstum zu diskutieren und Schadensursachen sowie Maßnahmen zur Schadensvermeidung zu identifzieren, • die wesentlichen Grundlagen und bruchmechanischen Größen zu beschreiben, eigenständig auf einfache Rissprobleme anzuwenden und beispielhafte bruchmechanische Berechnungen durchzuführen, • den Begriff Ermüdungsrisswachstum zu beschreiben sowie Konzepte zur Bewertung von Ermüdungsrissen anzuwenden, • für das Ermüdungsrisswachstum relevante Werkstoffkennwerte und -kennfunktionen zu nennen, ihre Ermittlung und Darstellung zu beschreiben und wesentliche Einflussfaktoren zu bewerten, • weitere Anwendungen des Themenfelds Bruchmechanik / Ermüdungsrisswachstums (z.B. Mixed Mode Belastung, Betriebsbelastung und aktuelle Forschungsthemen) zu nennen und zu erläutern. With the content of the “Fatigue Cracks” course students are able to... • to discuss damage that has occurred in the past as a result of crack growth and to identify the damage causes and measures for damage prevention, • to describe the essential fracture mechanical fundamentals and parameters, to apply them independently to simple crack problems and to execute exemplary fracture mechanical calculations, • describe the term fatigue crack growth and to apply fracture mechanical concepts for evaluating the propagation behavior of fatigue cracks, • to name relevant material parameters and functions for fatigue crack growth, to describe their experimental determination and to evaluate essential influencing factors, • to name and to explain further fracture mechanical applications (e.g. mixed mode loading, service loading, functional graded materials)

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%

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 Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau V4

12 **Modulbeauftragte/r:**

Dr.-Ing. Tobias Duffe

13 **Sonstige Hinweise:**

Literaturempfehlung:

- Richard, H.A.; Sander, M.: Fatigue Crack Growth. Springer Verlag, Switzerland, 2016
- Richard, H.A.; Sander, M.: Ermüdungsrisse. Springer Vieweg, Wiesbaden, 2012
- Forschungskuratorium Maschinenbau (FKM): FKM-Richtlinie Rechnerischer Festigkeitsnachweis für Maschinenbauteile. VDMA Verlag, 2012
- Forschungskuratorium Maschinenbau (FKM): FKM-Richtlinie Bruchmechanischer Festigkeitsnachweis für Maschinenbauteile. VDMA Verlag, 2018
- Gross, D.; Seelig, Th.: Bruchmechanik, 5. Aufl., Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2011
- Kuna, M.: Finite Elements in Fracture Mechanics. Springer, 2013
- Richard, H.A.; Kullmer, G.; Schramm, B.; Riemer, A.: Schadensvermeidung und Lebensdauerverlängerung in technischen Komponenten. Materials Testing 53 11-12 (2011) 700 -708
- Schramm, B.; Richard, H.A.; Kullmer, G.: Theoretical, experimental and numerical investigations on crack growth in fracture mechanical graded structures. Engineering Fracture Mechanics 167 (2016) 188-200

Recommended Literature:

- Richard, H.A.; Sander, M.: Fatigue Crack Growth. Springer Verlag, Switzerland, 2016
- Richard, H.A.; Sander, M.: Ermüdungsrisse. Springer Vieweg, Wiesbaden, 2012
- Forschungskuratorium Maschinenbau (FKM): FKM-Richtlinie Rechnerischer Festigkeitsnachweis für Maschinenbauteile. VDMA Verlag, 2012
- Forschungskuratorium Maschinenbau (FKM): FKM-Richtlinie Bruchmechanischer Festigkeitsnachweis für Maschinenbauteile. VDMA Verlag, 2018
- Gross, D.; Seelig, Th.: Bruchmechanik, 5. Aufl., Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2011
- Kuna, M.: Finite Elements in Fracture Mechanics. Springer, 2013
- Richard, H.A.; Kullmer, G.; Schramm, B.; Riemer, A.: Schadensvermeidung und Lebensdauerverlängerung in technischen Komponenten. Materials Testing 53 11-12 (2011) 700 -708
- Schramm, B.; Richard, H.A.; Kullmer, G.: Theoretical, experimental and numerical investigations on crack growth in fracture mechanical graded structures. Engineering Fracture Mechanics 167 (2016) 188-200

NEU25 Fundamentals of additive manufacturing

Fundamentals of additive manufacturing

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiens.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
M.104.8330	150	5	1.-4.	Wintersemester	1	en	WP

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.104.32236 NEU25 Fundamentals of additive manufacturing	V3 Ü1	60	90	P	35

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
   - Übersicht der wichtigsten Additiven Fertigungsverfahren
   - Vor- und Nachteile der Additiven Fertigung
2. Verfahren zur Herstellung von Polymerbauteilen
   - Extrusionsverfahren
   - Pulverbettverfahren
   - Lithographieverfahren
   - Sonstige Verfahren
3. Verfahren zur Herstellung metallischer Bauteile
   - Laserstrahlschmelzen
   - Elektronenstrahlschmelzen
   - Direct Metal Deposition
   - Weitere Verfahren
4. Konstruktionsrichtlinien fuör die Additive Fertigung
5. Produkt- und Topologieoptimierung
6. Wirtschaftlichkeit und Supply Chain
7. Qualitätsmanagement
8. Arbeitssicherheit

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

Die Studierenden kennen die Grundlagen der Additiven Fertigungsverfahren. Sie kennen alle wichtigen Verfahrensprinzipien. Sie können die Vor- und Nachteile der verschiedenen Additiven Fertigungsverfahren untereinander und im Vergleich zu konventionellen Fertigungsverfahren einordnen und diskutieren. Sie sind in der Lage, für gegebene Problemstellungen AM-gerechte Konstruktionen zu erstellen, geeignete Verfahren auszuwählen und deren Wirtschaftlichkeit bewerten.

6 **Prüfungsleistung:**

☒Modulabschlussprüfung (MAP) □Modulprüfung (MP) □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:** 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:** Prof. Dr. Hans-Joachim Schmid
13	**Sonstige Hinweise:** Keine None

NEU25 Grenzflächen-Verfahrenstechnik (Ma MB + WING MB)							
Interfacial Process Engineering							
Modulnummer:	**Workload (h):**	**LP:**	**Studiens.:**	**Turnus:**	**Dauer (in Sem.):**	**Sprache:**	**P/WP:**
M.104.5206	150	5	1.-4.	Sommersemester	1	de	WP

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	**Lehrform**	**Kontaktzeit (h)**	**Selbststudium (h)**	**Status (P/WP)**	**Gruppengröße (TN)**
a)	L.104.32288 NEU25 Grenzflächen-Verfahrenstechnik	V2 Ü2	60	90	P	15

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

Keine

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

Keine

None

4 **Inhalte:**

1 Einführung
2 Zwei-Phasen-Grenzflächen

- Charakterisierung von Zwei-Phasen-Grenzflächen
- Grenzflächenaktive Stoffe
- Emulsionen und Schäume

3 Drei-Phasen-Grenzlinien

- Charakterisierung von Drei-Phasen-Grenzlinien
- Anwendung: Flotation
- Messmethoden

4 Haftkräfte und Agglomeration

- Molekulare Wechselwirkungen
- Partikuläre Haftkräfte
  - Van der Waals-Kräfte
  - Kapillarkräfte
  - Elektrostatische Kräfte
- Festigkeit von Schüttgütern
- Agglomeratherstellung

5 Kolloide und kolloidale Wechselwirkungen
6 Stabilisierungsmechanismen und Agglomerationskinetik

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

Die Studierenden können die Ursachen und Auswirkungen von Grenzflächenphänomenen beschreiben und erklären. Sie sind in der Lage, diese auf technische Problemstellungen anzuwenden und grundlegende Berechnungen dazu durchzuführen.

6 **Prüfungsleistung:**

☒Modulabschlussprüfung (MAP) □Modulprüfung (MP) □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:**

zu	**Form**	**Dauer bzw. Umfang**	**SL / QT**
a)	Praktikumsversuche	2 Versuche	SL

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 und die Studienleistung nachgewiesen ist. The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed and the academic achievement was achieved.
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 Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau V4
12	**Modulbeauftragte/r:** Prof. Dr. Hans-Joachim Schmid
13	**Sonstige Hinweise:** Keine None

NEU25 Grundlagen der biologischen Verfahrenstechnik

Basics of Biological Process Engineering

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiens.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
M.104.8292	150	5	1.-4.	Wintersemester	1	de	WP

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.032.46105 NEU25 Grundlagen der biologischen Verfahrenstechnik	V2 Ü1	45	105	P	35

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

Keine

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung NEU25 Grundlagen der biologischen Verfahrenstechnik:
empfohlen: Grundlagen der Technischen Chemie

4 **Inhalte:**

- Einführung in die Bioverfahrenstechnik
- Mikrobiologische Grundlagen (Systematik Protisten, Nährstoffansprüche von Mikroorganismen, Grundbausteine zellulärer Makromoleküle, Stoffwechseltypen)
- Enzymkinetik (Michaelis-Menten-Kinetik, Einfluss der Milieubedingungen, Inhibierungen)
- Physiologie des Wachstums von Mikroorganismen
- Grundtypen der Prozessführung und Bilanzierung biotechnischer Prozesse (Monod-Modell)
- Bioreaktortechnik (Klassifizierung von Bioreaktoren, Leistungs- und Sauerstoffeintrag, Submers- und Immobilisationsverfahren)
- Steriltechnik (thermische Verfahren, chemische Verfahren, Strahlensterilisation, Sterilfiltration, apparative Besonderheiten zur Aufrechterhaltung von Sterilität in Bioreaktoren)
- Grundlagen der biologischen Abwasserreinigung (kommunale Klärtechnik)

Inhalte der Lehrveranstaltung NEU25 Grundlagen der biologischen Verfahrenstechnik:

- Einführung in die Bioverfahrenstechnik
- Mikrobiologische Grundlagen (Systematik Protisten, Nährstoffansprüche von Mikroorganismen, Grundbausteine zellulärer Makromoleküle, Stoffwechseltypen)
- Enzymkinetik (Michaelis-Menten-Kinetik, Einfluss der Milieubedingungen, Inhibierungen)
- Physiologie des Wachstums von Mikroorganismen
- Grundtypen der Prozessführung und Bilanzierung biotechnischer Prozesse (Monod-Modell)
- Bioreaktortechnik (Klassifizierung von Bioreaktoren, Leistungs- und Sauerstoffeintrag, Submers- und Immobilisationsverfahren)
- Steriltechnik (thermische Verfahren, chemische Verfahren, Strahlensterilisation, Sterilfiltration, apparative Besonderheiten zur Aufrechterhaltung von Sterilität in Bioreaktoren)
- Grundlagen der biologischen Abwasserreinigung (kommunale Klärtechnik)

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

Die Studierenden haben einen fundierten Einblick in die Technik (mikro-)biologischer Verfahren. Sie können die dazu notwendigen Grundlagen der Mikrobiologie in eigenen Worten beschreiben. Sie sind in der Lage nachzuvollziehen, welche vielzähligen Kriterien auf die technische Ausgestaltung und Auslegung bioverfahrenstechnischer Prozesse Einfluss nehmen, beinhaltend mikrobiologische Kriterien und Notwendigkeiten, Wachstumskinetiken, reaktionstechnische Kriterien (Eigenschaften und Betriebsweisen unterschiedlicher Bioreaktoren) sowie Sterilkriterien. Darauf basierend können Sie für eine gegebene Problem-/Aufgabenstellung die Vor- und Nachteile verschiedener Verfahrensausführungen erkennen, abwägen und zielführend anwenden (erläutert am Beispiel der biologischen Abwasserreinigung in der kommunalen Klärtechnik).

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%

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 Chemieingenieurwesen V3, Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau V4
12	**Modulbeauftragte/r:** Dr. Mike Bobert
13	**Sonstige Hinweise:** Keine None

NEU25 Grundlagen der Nanotechnologie

Basics of Nanotechnology

Modulnummer:	**Workload (h):**	**LP:**	**Studiens.:**	**Turnus:**	**Dauer (in Sem.):**	**Sprache:**	**P/WP:**
M.104.8294	150	5	1.-4.	Sommersemester	1	de	WP

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	**Lehrform**	**Kontaktzeit (h)**	**Selbststudium (h)**	**Status (P/WP)**	**Gruppengröße (TN)**
a)	L.104.32229 NEU25 Grundlagen der Nanotechnologie	V2 Ü2	60	90	P	35

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

Keine

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

keine / none

4 **Inhalte:**

1. Einführung
2. Physikalische Phänomene
   - Oberfläche
   - Oberflächenenergie
   - Elektronische Eigenschaftten
   - Optische Eigenschaften
   - Magnetische Eigenschaften
   - Partikel-Wechselwirkung
3. Herstellungsverfahren nanoskaliger Strukturen
   - Top-Down
   - Bottom-Up
4. Charakterisierung nanoskaliger Strukturen
   - Abbildende Methoden
   - Sonstige Methoden
5. Nanoprodukte und Gesundheit / Sicherheit
6. Grüne Nanotechnologie / Nachhaltigkeit

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

Die Studierenden verstehen die grundlegenden physikalischen Phänomene, die beim Übergang in die Nanoskaligkeit auftreten, können diese erläutern und entsprechende Anwendung daraus ableiten. Sie verstehen die verschiedenen Herstellungsverfahren nanoskaliger Strukturen auf Oberflächen und in dispersen Systemen ebenso wie die entsprechenden Charakterisierungsmethoden. Sie verstehen insbesondere die jeweiligen Grenzen der Verfahren und sind daher in der Lage, fuör ein gegebenes Problem die adäquaten Verfahren auszuwählen und die relevanten Zusammenhänge zu erläutern.

6 **Prüfungsleistung:**

☒Modulabschlussprüfung (MAP) □Modulprüfung (MP) □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:**

zu	**Form**	**Dauer bzw. Umfang**	**SL / QT**
a)	Referat	10-20 Minuten	SL

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 und die Studienleistung nachgewiesen ist.

The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed and the academic achievement was achieved.

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. Dr. Hans-Joachim Schmid

13 **Sonstige Hinweise:**

Keine

	None

NEU25 Grundlagen der Tolerierung

Basics of geometrical tolerances

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiens.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
M.104.8331	150	5	1.-4.	Sommersemester	1	de	WP

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.104.14223 NEU25 Grundlagen der Tolerierung	V2 Ü2	60	90	P	35

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

Keine

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

Empfohlen: Technische Darstellung, Grundkenntnisse in Maschinenelemente, Bauteilberechnung und -gestaltung

Recommended: Technical presentation, basic knowledge of machine elements, component calculation and design.

4 **Inhalte:**

Durch die strategische Festlegung geometrischer Toleranzen lässt sich eine Balance zwischen nachhaltiger Ressourcennutzung und Produktqualität erreichen. Die Veranstaltung führt daher systematisch und schrittweise an die Grundlagen der geometrischen Produktspezifikation und Verifikation (GPS) heran und erläutert damit die elementaren Grundsätze der Zeichnungseintragung. Sie beinhaltet das Basiswissen der Maß-, Form- und Lagetoleranzen und Oberflächeangaben für die Zusammenarbeit zwischen Entwicklung, Fertigung und Qualitätswesen und somit die Anwendung der Toleranzarten und Bezüge sowie der Allgemeintoleranzen in der Zeichnungseintragung. Praxisbeispiele dienen dazu, die Kenntnisse umzusetzen. Unterstützt wird die Thematik durch Beispiele, Leitregeln und Hinweisen zu den methodischen Vorgehensweisen.

By strategically defining geometric tolerances, a balance can be achieved between the sustainable use of resources and product quality.The course provides a systematic and step-by-step introduction to the fundamentals of geometric product specification and verification (GPS) and thus explains the elementary principles of drawing entry. It includes the basic knowledge of dimensional, form and location tolerances as well as surface specifications for co-operation between development, production and quality assurance and thus the application of tolerance types and references as well as general tolerances in drawing entry. Practical examples are used to put the knowledge into practice. The topic is supported by examples, guidelines and notes on methodical procedures.

5	**Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:** Den Studierenden ist die Bedeutung der geometrischen Produktspezifikation u. a. auch im Zusammenhang mit Nachhaltigkeit und Ressourcenschonung klar, sie verstehen den Zusammenhang zwischen den Maß-, Form- und Lagetoleranzen in der Zeichnungseintragung und haben gelernt, Toleranzen richtig zu interpretieren, einzutragen sowie Bezüge und Bezugssystem sinnvoll aufzubauen. Sie können anhand von Praxisbeispielen die Tolerierung im Rahmen der ISO GPS selbstständig deuten und mittels von Beispielen, unter Nutzung von Leitregeln und Hinweisen methodische Vorgehensweisen anwenden. Students are aware of the importance of geometric product specifications, including in the context of sustainability and resource conservation, they will understand the relationship between dimensional, form and location tolerances in the drawing entry and will have learned how to interpret, enter tolerances correctly and to set up references and reference systems in a meaningful way. Using practical examples, they will be able to independently interpret tolerancing within the framework of ISO GPS and apply methodical procedures using examples, guidelines and instructions.
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%

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 Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau V4
12	**Modulbeauftragte/r:** Dr.-Ing. Vera Denzer

13	**Sonstige Hinweise:** Literatur: • Jorden; Schütte: Form- und Lagetoleranzen Literature: • Jorden; Schütte: Form- und Lagetoleranzen

NEU25 Herstellung und Validierung eines elektrisch angetriebenen und autonom fahrenden Rennfahrzeugs

Manufacturing and validation of an electrically operated and autonomous driving racing car

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiens.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
M.104.8332	150	5	1.-4.	Sommersemester	1	de	WP

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.104.25662 NEU25 Herstellung und Validierung eines elektrisch betriebenen und autonom fahrenden Rennfahrzeugs	P4	60	90	P	35

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

Keine

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

Empfohlen: Entwicklung und Auslegung eines elektrisch betriebenen und autonom fahrenden Rennfahrzeugs

4 **Inhalte:**

Aufbauend auf dem Modul „Entwicklung und Auslegung eines elektrisch betriebenen und autonom fahrenden Fahrzeugs“ werden die Studierenden im Sommersemester die Herstellung und Funktionsvalidierung des Rennfahrzeugs begleiten. Eine gründliche Überprüfung der generierten Fertigungsunterlagen – inklusive Abgleich zur Peripherie im Rennfahrzeug – ist zum Start unerlässlich. Anschließend werden die entwickelten Bauteile entweder in Eigenarbeit (z. B. Handlaminieren von CFK-Bauteilen) oder per externen Fertigungsauftrag (z. B. 3D-Druck von Fahrwerkskomponenten) hergestellt. Um einen funktionsgerechten Zusammenbau zu gewährleisten, müssen die hergestellten Bauteile vermessen und im Abgleich mit angrenzenden Komponenten ggf. nachbearbeitet werden. Vor dem Zusammenbau zum Gesamtfahrzeug müssen einzelne Komponenten in realitätsnahen Prüfständen getestet werden, um ein sicherheitskritisches Versagen und/oder die Einhaltung des Regelwerks sicherstellen zu können. Am Lehrstuhl können dafür quasistatische und/oder zyklische Prüfungen mittels Universalprüfmaschinen oder flexibel positionierbaren servo-hydraulischen Prüfzylindern durchgeführt werden. Nach erfolgreicher Validierung bzw. erfolgreicher Überarbeitung kann mit der Zusammenarbeit der beteiligten Fachdisziplinen Maschinenbau (Karosserie- und Fahrwerksbauteile), Elektrotechnik (Antriebsstrang) und Regelungstechnik bzw. Informatik (Hardware und Softwarearchitektur zum autonomen Fahren) das Rennfahrzeug fertiggestellt werden. Ein besonderes Highlight bietet die anschließende Erprobung des Gesamtfahrzeugs im Praxistest z. B. auf Test- und Rennstrecken. Die Studierenden sind somit in der Lage die eigenen Berechnungen und Konstruktionen unter Realbelastung zu überprüfen. Abgeschlossen wird die Lehrveranstaltung indem in verschiedensten statischen und dynamischen Fachdisziplinen (u. a. Beschleunigungsrennen, Ausdauerrennen, Design Report, Cost Report, Business Plan) das Rennfahrzeug vor Fachpublikum aus der Industrie vorgestellt wird und sich mit anderen Hochschulen gemessen wird.

	Building on the module “Development and Design of an Electrically Powered and Autonomously Driving Vehicle,” students will accompany the production and functional validation of the race car during the summer semester. A thorough review of the generated manufacturing documents—including comparison with the peripherals in the race car—is essential at the start. The developed components will then be manufactured either in-house (e.g., hand lamination of CFRP components) or via external manufacturing orders (e.g., 3D printing of chassis components). To ensure functional assembly, the manufactured components must be measured and, if necessary, reworked in coordination with adjacent components. Before assembly into the complete vehicle, individual components must be tested in realistic test benches to ensure that there are no safety-critical failures and/or that the regulations are complied with. Quasi-static and/or cyclic tests can be carried out at the chair using universal testing machines or flexibly positionable servo-hydraulic test cylinders. After successful validation or successful revision, the racing car can be completed with the cooperation of the disciplines involved: mechanical engineering (body and chassis components), electrical engineering (drive train), and control engineering or computer science (hardware and software architecture for autonomous driving). A particular highlight is the subsequent testing of the entire vehicle in practical tests, e.g., on test and race tracks. This enables students to test their own calculations and designs under real-world conditions. The course concludes with the racing car being presented to an expert audience from industry in a wide range of static and dynamic disciplines (including acceleration races, endurance races, design reports, cost reports, and business plans) and competing with other universities.
5	**Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:** Die Studierenden sind in der Lage interdisziplinäre, ingenieurwissenschaftliche Aufgabenstellungen für Rennfahrtzeuge selbstständig zu bearbeiten. Sie können dabei zuvor erarbeitete Lösungsansätze in einer vorgegebenen Zeit weiterentwickeln, validieren und mit geeigneten Fertigungsverfahren die entsprechenden Bauteile herstellen. Zudem sind sie in der Lage die Ergebnisse in Diskussions- und Präsentationsrunden vorzustellen. Students are able to independently work on interdisciplinary engineering tasks for racing vehicles. They can further develop and validate previously developed solutions within a specified time frame and manufacture the corresponding components using suitable manufacturing processes. They are also able to present their results in discussion and presentation rounds.
6	**Prüfungsleistung:** ☒Modulabschlussprüfung (MAP) □Modulprüfung (MP) □Modulteilprüfungen (MTP)

zu	**Prüfungsform**	**Dauer bzw. Umfang**	**Gewichtung für die Modulnote**
a)	mündliche Prüfung	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 Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau V4
12	**Modulbeauftragte/r:** Prof. Dr. Thomas Tröster
13	**Sonstige Hinweise:** Zwingende Teilnahmevoraussetzung dieses Moduls ist die Teilnahme am Modul “Entwicklung und Auslegung eines elektrisch betriebenen und autonom fahrenden Rennfahrzeugs”. Participation in the module “Entwicklung und Auslegung eines elektrisch betriebenen und autonom fahrenden Rennfahrzeugs” is a mandatory prerequisite for participation in this module.

NEU25 Innovationslabor Fertigungstechnik

Innovation lab of manufacturing technology

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiens.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
M.104.8333	150	5	1.-4.	Sommer- / Wintersemester	1	de	WP

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.104.24966 NEU25 Innovationslabor Fertigungstechnik	S4	60	90	P	35

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

Keine

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

keine / none

4 **Inhalte:**

In dieser Lehrveranstaltung bearbeiten die Studierenden in Kleingruppen praktische fertigungstechnische Aufgabenstellungen. Diese liegen im Bereich innovativer Fertigungstechnologien, beispielsweise im Bereich hybrider Werkstoffe, inkrementeller Umformverfahren oder der Optimierung. Dabei werden mittels geeigneter Methoden Lösungsansätze erarbeitet, analysiert und bewertet. Hierzu steht eine Laborumgebung mit umfangreicher Mess- und Fertigungstechnik zur Durchführung und Auswertung zahlreicher Versuchsreihen zur Verfügung. Anschließend wird die vielversprechendste Lösung umgesetzt und die Ergebnisse, auch zu den festgelegten Meilensteinen, präsentiert.

In this course, students work on practical production engineering tasks in small groups. These are in the field of innovative manufacturing technologies, for example in the area of hybrid materials, incremental forming processes or optimization. Appropriate methods are used to develop, analyze and evaluate solutions. A laboratory environment with extensive measurement and production technology is available for carrying out and evaluating numerous test series. The most promising solution is then implemented and the results presented, including at the specified milestones.

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

Die Studierenden können praxisrelevante Fragestellungen im Bereich Fertigungstechnik analysieren, bearbeiten und lösen. Weiterhin haben die Studierenden gelernt interdisziplinär im Team zusammenzuarbeiten, sich selbständig zu organisieren sowie die erarbeiteten Lösungsansätze umzusetzen. Kompetenzen wurden insbesondere im Bereich der Durchführung von Versuchen und der anschließenden messtechnischen Auswertung erworben. Weiterhin sind die Studierenden in der Lage, die erarbeiteten Lösungswege und Ergebnisse zu präsentieren.

	Students are able to analyze, process and solve practical problems in the field of production engineering. Furthermore, students have learned to work together in an interdisciplinary team, to organize themselves independently and to implement the solutions they have developed. In particular, they have acquired skills in carrying out experiments and the subsequent metrological evaluation. Students are also able to present the solutions and results they have developed.
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%

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 Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau V4
12	**Modulbeauftragte/r:** Prof. Dr.-Ing. Werner Homberg
13	**Sonstige Hinweise:** Keine None

NEU25 Innovative Methoden in der Fluidverfahrenstechnik

Innovative Methods in Fluid Process Engingeering

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiens.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
M.104.8334	150	5	1.-4.	Wintersemester	1	de	WP

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.104.31250 NEU25 Innovative Methoden in der Fluidverfahrenstechnik	V2 Ü2	60	90	P	35

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

Keine

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

Empfohlen: Thermische Verfahrenstechnik 1

4 **Inhalte:**

In der Lehrveranstaltung werden innovative Methoden im Bereich Messtechnik, Datenauswertung und Modellierung mit Schwerpunkt Fluidverfahrenstechnik vermittelt.

- Messtechnik in der Fluidverfahrenstechnik – Basis
- Innovative Messtechnik mit hoher örtlicher und zeitlicher Auflösung
- Bildgebende Messtechnik
- Einsatz von Softsensoren
- KI-gestützte Auswertemethoden
- Hybride Modellierungsansätze
- KI-gestützte Modellierungsmethoden Die Vorlesung wird durch ein Praxisprojekt begleitet, in dem die Studierenden die erlernten Inhalte auf ein Fallbeispiel mit Bezug zur nachhaltigen Transformation der chemischen Industrie anwenden. Dies kann entweder experimentell oder theoretisch erfolgen.

The course teaches innovative methods in the field of measurement technology, data evaluation and modeling with a focus on fluid process engineering.

- Measurement technology in fluid process engineering - Basics
- Innovative measurement technology with high spatial and temporal resolution
- Imaging measurement technology
- Use of soft sensors
- AI-supported evaluation methods
- Hybrid modeling approaches
- AI-supported modeling methods The lecture is accompanied by a practical project in which the students apply what they have learned to a case study relating to the sustainable transformation of the chemical industry. This can be done either experimentally or theoretically.

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

Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage

- verschiedene Messmethoden in verfahrenstechnische Anlagen zu implementieren,
- die Instrumentierung verfahrenstechnischner Anlagen so zu gestalten, dass ein energie- und ressourceneffizienter Betrieb gewährleistet wird,
- KI-gestützte Auswertemethoden zu verstehen und anzuwenden,
- Alternative Modellierungsansätze in der Verfahrenstechnik zu analysieren und deren Grenzen zu ermitteln,
- Ergebnisse aus den innovativen Methoden zu interpretieren und zu bewerten.

After successfully completing the module, students will be able to

- implement various measurement methods in chemical processes plants,
- to design the instrumentation of process plants in such a way as to ensure energy- and resource-efficient operation,
- understand and apply AI-supported evaluation methods,
- analyze alternative modeling approaches in process engineering and determine their limitations,
- interpret and evaluate results from innovative methods.

6 **Prüfungsleistung:**

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

zu	**Prüfungsform**	**Dauer bzw. Umfang**	**Gewichtung für die Modulnote**
a)	Mündliche Prüfung	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
12	**Modulbeauftragte/r:** Prof. Dr.-Ing. Julia Riese
13	**Sonstige Hinweise:** Keine None

NEU25 Kautschukverarbeitung

Rubber Processing

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiens.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
M.104.8335	150	5	1.-4.	Sommersemester	1	de	WP

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.104.41241 NEU25 Kautschukverarbeitung	V2 Ü2	60	90	P	35

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

Keine

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

Empfohlen: Grundlagen der Verfahrenstechnik und der Kunststoffverarbeitung

4 **Inhalte:**

Die Vorlesung behandelt die zentralen Stufen der Wertschöpfungskette in der kautschukverarbeitenden Industrie. Es werden die grundlegenden Mechanismen und Anlagentechniken der Herstellung, Verarbeitung und Vulkanisation von Kautschukmischungen thematisiert. Im Sinne der Nachhaltigkeit werden zudem die Herausforderungen und die Methoden des werkstofflichen Recyclings von Elastomeren betrachtet.

- Rohstoffe der Kautschukindustrie
- Herstellung von Kautschukmischungen
- Verfahrenstechnische Analyse des Mischprozesses im Innenmischer
- Experimentelle und simulative Methoden in der Kautschukextrusion
- Verfahrenstechnische Analyse der Kautschukextrusion
- Vulkanisation von Kautschukmischungen
- Formteilherstellung
- Recycling von Elastomeren
- Prüfen von Kautschukmischungen und Elastomeren

The course covers the central stages of the value chain in the rubber processing industry. The basic mechanisms and plant technologies for the production, processing and vulcanisation of rubber compounds are discussed. In terms of sustainability, the challenges and methods of material recycling of elastomers are also considered.

- Raw materials in the rubber industry
- Production of rubber compounds
- Process engineering analysis of the mixing process in the internal mixer
- Experimental and simulative methods in rubber extrusion
- Process engineering analysis of rubber extrusion
- Vulcanisation of rubber compounds
- Moulded part production
- Recycling of elastomers
- Testing of rubber compounds and elastomers

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

Die Studierenden kennen den Aufbau von Kautschukmischungen mit zugehörigen Beispielen für Kautschukpolymere, Füllstoffe, Weichmacher sowie Klein- und Vernetzungschemikalien. Sie lernen die Unterschiede zwischen kontinuierlichen und diskontinuierlichen Mischverfahren sowie die zugehörigen Prüfmethoden zur Charakterisierung verarbeitungsrelevanter Stoffeigenschaften von Kautschukmischungen und vernetzten Elastomeren. Die Studierenden sind darüber hinaus in der Lage, die Besonderheiten des Extrusionsprozesses von Kautschukmischungen gegenüber dem von handelsüblichen Thermoplasten zu beschreiben. Weiterhin lernen Sie verschiedene Verfahren zur Formteilherstellung kennen.

Students will be familiar with the structure of rubber compounds with examples of rubber polymers, fillers, plasticizers, and minor and cross-linking chemicals. They will learn the differences between continuous and discontinuous mixing processes and the associated test methods for the characterization of processing relevant material properties of rubber compounds and cross-linked elastomers. Students will also be able to describe the characteristics of the extrusion process of rubber compounds compared to that of commercially available thermoplastics. They will also learn about different processes for the production of molded parts.

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%

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 Chemieingenieurwesen V3, Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau V4
12	**Modulbeauftragte/r:** Dr.-Ing. Michael Schadomsky, Prof. Dr.-Ing. Elmar Moritzer
13	**Sonstige Hinweise:** Keine None

NEU25 Kinetik							
Kinetics							
Modulnummer:	**Workload (h):**	**LP:**	**Studiens.:**	**Turnus:**	**Dauer (in Sem.):**	**Sprache:**	**P/WP:**
M.104.8291	150	5	1.-4.	Sommersemester	1	de	P

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	**Lehrform**	**Kontaktzeit (h)**	**Selbststudium (h)**	**Status (P/WP)**	**Gruppengröße (TN)**
a)	L.104.33220 NEU25 Kinetik	V2 Ü2	60	90	P	35

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

Keine

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

Empfohlen: Thermodynamik 1 und Thermodynamik 2

4 **Inhalte:**

Die Vorlesung vermittelt ein Verständnis für grundlegende Aspekte der Reaktionskinetik. Dazu zählen Mikro- und Makrokinetik, Kinetik homogener Reaktionen, Formale Reaktionskinetik, Zeitgesetze einfacher und zusammengesetzter Reaktionen, Experimentelle Methoden der Reaktionskinetik, Reaktionsgeschwindigkeit in Gleichgewichtsnähe und Relaxation, Typen und Auslegung chemischer Reaktoren, Stoff-, Wärme- und Impulsbilanzierung bei realen und idealen Reaktoren, Modellierung reagierender Systeme. Die Modellierung reagierender Systeme erlaubt eine nachhaltige Prozessplanung; diese wird in Beispielen veranschaulicht.

The lecture provides an understanding of fundamental aspects of reaction kinetics. These include micro- and macrokinetics, kinetics of homogeneous reactions, formal reaction kinetics, time laws of simple and complex reactions, experimental methods of reaction kinetics, reaction rate near equilibrium and relaxation, types and design of chemical reactors, mass, heat and momentum balancing in real and ideal reactors, modeling of reacting systems. The modeling of reacting systems enables sustainable process planning; this is illustrated in examples.

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

Die Studierenden in der Lage, die grundlegenden Aspekte der Kinetik eines Prozesses zu verstehen und auf technische Reaktoren und Reaktionen anzuwenden.

Students will be able to understand the basic aspects of the kinetics of a process and apply them to technical reactors and reactions.

<table>
<tr><td>6</td><td>Prüfungsleistung:
☒Modulabschlussprüfung (MAP) □Modulprüfung (MP) □Modulteilprüfungen (MTP)
<table><tr><th>zu</th><th>Prüfungsform</th><th>Dauer bzw. Umfang</th><th>Gewichtung für die Modulnote</th></tr><tr><td>a)</td><td>Mündliche Prüfung</td><td>45 - 60 Minuten</td><td>100%</td></tr></table></td></tr>
<tr><td>7</td><td>Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:
keine / none</td></tr>
<tr><td>8</td><td>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:
Keine
None</td></tr>
<tr><td>9</td><td>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.</td></tr>
<tr><td>10</td><td>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).</td></tr>
<tr><td>11</td><td>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:
Masterstudiengang Nachhaltiger Maschinenbau V1</td></tr>
<tr><td>12</td><td>Modulbeauftragte/r:
Prof. Dr. Tina Kasper</td></tr>
<tr><td>13</td><td>Sonstige Hinweise:
Keine
None</td></tr>
</table>

NEU25 Konstruktionsmethodik

Engineering Design Methods

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiens.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
M.104.8336	150	5	1.-4.	Sommersemester	1	de	WP

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.104.14211 NEU25 Konstruktionsmethodik	V2 Ü2	60	90	P	35

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

Keine

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

keine / none

4 **Inhalte:**

In der Vorlesung wird zuerst der technische Produktlebenszyklus vorgestellt. Anschließend werden unterschiedliche systematische Produktentwicklungsmethoden (VDI 2221, TRIZ, Stanford ME310) vermittelt. Darauf basierend werden Methoden zugeordnet zu folgenden Produktentwicklungsphasen und Aktivitäten anhand von Beispielen diskutiert:

- Produktplanung und Aufgabenklärung (QFD, Situationsanalyse, Szenariotechnik, Idealität, 9-Felder-Modell, Stoff-Feld-Modell)
- Konzipieren (Analyse, Synthese, Abstraktion, Kleine Zwerge, Funktions- und Wirkstruktur)
- Entwerfen (Morphologischer Kasten, TRIZ Innovationsprinzipien, Evolutionsmuster, Widerspruchmatrix, Nutzwertanalyse)
- Ausarbeiten (Bewusste Negation, konvergentes/divergentes Denken, Analogiebetrachtungen, Bionic)
- Fehlervermeidung (FMEA, FTA)
- Kostenabschätzung In allen Themenblöcken werden Möglichkeiten zur Gestaltung einer Kreislaufwirtschaft vermittelt. In Kleingruppenübungen wenden die Studierende selbständig und mit Hilfestellung eines Tutors gelerntes Wissen aus der Vorlesung an.

The lecture first introduces the technical product life cycle. Various systematic product development methods (VDI 2221, TRIZ, Stanford ME310) are taught. Based on this, methods assigned to the following product development phases and activities are discussed using examples:

- Product planning and task clarification (QFD, situation analysis, scenario technique, ideality, 9-field model, substance-field model)
- Conceptualizing (analysis, synthesis, abstraction, small dwarfs, functional and effective structure)
- Designing (morphological box, TRIZ innovation principles, evolutionary patterns, contradiction matrix, utility value analysis)
- Elaboration (conscious negation, convergent/divergent thinking, analogy considerations, bionics)
- Error prevention (FMEA, FTA)
- Cost estimation In all thematic blocks, possibilities for shaping a circular economy are conveyed. In small group exercises, students independently and with the assistance of a tutor apply what they have learned in the lecture.

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

Die Studierende haben die in der Vorlesung vorgestellten Methoden verinnerlicht und sind in der Lage sie bei neuen, bis dahin unbekannten Aufgabenstellungen selbständig verwenden. Sie können Entwicklungsteams in allen Entwicklungsphasen bei komplexen Problemstellungen anhand des Erlernten unterstützen. Sie können die ökologischen, ökonomischen und sozialen Aspekte der Nachhaltigkeit über den gesamten Produktlebenszyklus bewerten.

Students have internalized the methods presented in the lecture and are able to use them independently for new, previously unknown tasks. They will be able to support development teams in all development phases with complex problems based on what they have learned. They can evaluate the ecological, economic and social aspects of sustainability over 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%

In der Prüfung sollen die Studierenden die erlernten Methoden mit Vor- und Nachteilen vorstellen und für gegebenen Aufgabenstellungen anwenden.

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. Balázs Magyar
13	**Sonstige Hinweise:** Literatur: • Bender, B.; Gericke, K.: Pahl/Beitz Konstruktionslehre, Springer, 2021 • Koltzke, K.; Souchkov, V.: Systematische Innovation, Hanser, 2017 • Ehrlenspiel, K.; Meerkamm, H.: Integrierte Produktentwicklung, Hanser, 2017 • Roth, K.: Konstruieren mit Konstruktionskatalogen, Band I, II, III, Springer, 1994 • Ashby, M.F.: Materials and Sustainable Development, Butterworth-Heinemann, 2023 Literature: • Bender, B.; Gericke, K.: Pahl/Beitz Konstruktionslehre, Springer, 2021 • Koltzke, K.; Souchkov, V.: Systematische Innovation, Hanser, 2017 • Ehrlenspiel, K.; Meerkamm, H.: Integrierte Produktentwicklung, Hanser, 2017 • Roth, K.: Konstruieren mit Konstruktionskatalogen, Band I, II, III, Springer, 1994 • Ashby, M.F.: Materials and Sustainable Development, Butterworth-Heinemann, 2023

NEU25 Korrosion und Korrosionsschutz							
Corrosion and Corrosion Protection							
Modulnummer:	**Workload (h):**	**LP:**	**Studiens.:**	**Turnus:**	**Dauer (in Sem.):**	**Sprache:**	**P/WP:**
M.104.8337	150	5	1.-4.	Sommersemester	1	de	WP

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.104.23211 NEU25 Korrosion und Korrosionsschutz	V2 P2	60	90	P	35

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

Keine

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

Empfohlen: Grundkenntnisse in Werkstoffkunde und Chemie

4 **Inhalte:**

Die Studierenden sollen neben den für verschiedene Werkstoffe auftretenden Korrosionsarten auch Maßnahmen zur Vermeidung von Schäden, die durch Korrosion an vorwiegend metallischen Bauteilen auftreten, kennenlernen. Sie sollen in der Lage sein, für verschiedene Werkstoffkombinationen das Korrosionsverhalten unter komplexen Umweltbedingungen abzuschätzen und geeignete Maßnahmen zum Bauteilschutz vorzuschlagen. Dies beinhaltet in besonderem Maße Aspekte der Nachhaltigkeit, um nicht nur wirtschaftlich effiziente sondern auch ökologisch tragfähige Lösungen im Sinne der Ressourcenschonung zu entwicklen. Die Vorlesung gliedert sich in folgende Kapitel:

- Elektrochemische Korrosion:
- Grundbegriffe
- Lochkorrosion
- Selektive Korrosion
- Interkristalline Korrosion
- Spannungsrisskorrosion
- Schwingungsrisskorrosion
- Anodischer und kathodischer Korrosionsschutz
- Passiver Korrosionsschutz
- Korrosionsprüfverfahren
- Elektrochemische Metallbearbeitung
- Praxisbeispiele und Diskussion nachhaltiger Werkstoffwahl und Bauteilgestaltung
- Korrosion in der Biomedizintechnik.

In addition to the types of corrosion that occur for different materials, students should also learn about suitable methods for preventing damage caused by corrosion on predominantly metallic components. They should be able to estimate the corrosion behaviour of different material combinations under complex environmental conditions and propose suitable methods for component protection. This includes, in particular, aspects of sustainability to develop economically efficient and ecologically viable solutions in terms of resource saving. The lecture is divided into the following chapters:

- Electrochemical corrosion:
- Basic concepts
- Pitting corrosion
- Selective corrosion
- Intergranular corrosion
- Stress corrosion cracking
- Corrosion fatigue
- Anodic and cathodic corrosion protection
- Passive corrosion protection
- Corrosion testing methods
- Electrochemical metal processing
- Practical examples and discussion of sustainable material selection and component design
- Corrosion in biomedical engineering.

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

Die Studierenden können unterschiedliche Korrosionsformen erkennen, Abhilfe- und Schutzmaßnahmen zuordnen und selbständig erarbeiten sowie anhand von Schadensbildern Korrosionsschutzmaßnahmen und deren Nachhaltigkeit bewerten

Students can identify different forms of corrosion, assign and independently develop protective and repair methods and evaluate corrosion protection methods and their sustainability based on damage scenarios.

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%

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 Chemieingenieurwesen V3, Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau V4
12	**Modulbeauftragte/r:** Dr.-Ing. Kay-Peter Hoyer, Prof. Dr. Mirko Schaper
13	**Sonstige Hinweise:** Keine None

NEU25 Kraft- und Arbeitsmaschinen

Turbo and Piston machines

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiens.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
M.104.8338	150	5	1.-4.	Sommersemester	1	de	WP

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.104.33226 NEU25 Kraft- und Arbeitsmaschinen	V2 Ü2	60	90	P	35

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

Keine

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

Empfohlen: Thermodynamik 1 und Thermodynamik 2

4 **Inhalte:**

- Anlagenkennlinien
- Turbo-Arbeitsmaschinen
- Kreiselpumpen, Turboverdichter, Kräfte und Geschwindigkeiten im Laufrad, Grenzen des Einsatzbereiches
- Regelung, Kavitation, Charakteristische Kennzahlen
- Verdränger - Arbeitsmaschinen
- Verdränger - Pumpen, Kolbenverdichter
- Turbinen
- Gasturbinen, Aeroderivative und Heavy Duty, Leistung und Wirkungsgrad mit Bezug zur nachhaltigen Energienutzung, Isentrope und Polytrope Wirkungsgrade, Wind- und Wasserturbinen zur Nutzung alternativer Energiequellen
- Kraftwerksprozesse
- Dampfkraftprozess & dessen Optimierung, Kombikraftwerk, Kraftwerksprozesse der Zukunft
- Emissionen, Emissionsvermeidung
- Prozesse zur Nutzung von Abwärme und Kreisprozesse ohne CO2-Emissionen

5	**Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:** Bei der großen Mehrzahl technischer Prozesse bewegen sich fluide Arbeitsmedien durch Maschinen und Apparate und bewirken dabei die mit den Gesamtanlagen bezweckten Energie- und Stoffumsetzungen. Die Studierenden kennen die Bauformen und den Betrieb der Maschinen, welche die Fluidströmung antreiben (Arbeitsmaschinen), bzw. der Fluidströmung Energie entziehen und nach außen abgeben (Kraftmaschinen). Die Studierenden sollen vor allem die charakteristischen Betriebseigenschaften der vorkommenden Bauformen unterscheiden können und befähigt werden, die für bestimmte Anwendungsfälle am besten geeigneten Maschinen auszuwählen.
6	**Prüfungsleistung:** ☒Modulabschlussprüfung (MAP) □Modulprüfung (MP) □Modulteilprüfungen (MTP)

zu	**Prüfungsform**	**Dauer bzw. Umfang**	**Gewichtung für die Modulnote**
a)	Mündliche Prüfung	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
12	**Modulbeauftragte/r:** Prof. Dr. Tina Kasper
13	**Sonstige Hinweise:** Keine None

NEU25 Mehrkomponententechnik

Multi component technique

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiens.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
M.104.8341	150	5	1.-4.	Wintersemester	1	de	WP

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.104.41296 NEU25 Mehrkomponententechnik	V2 Ü2	60	90	P	35

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

Keine

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

keine / none

4 **Inhalte:**

Die Mehrkomponententechnik im Kunststoffbereich stellt eine innovative Fertigungsmethode dar, die es ermöglicht, mehrere Materialien innerhalb eines einzigen Produktionsprozesses zu kombinieren. Diese Technik eröffnet vielfältige Gestaltungsmöglichkeiten und trägt zur Optimierung von Bauteilen bei. Durch die Integration unterschiedlicher Kunststoffe können Produkteigenschaften wie Härte, Flexibilität, Farbe und Funktionalität gezielt variiert und angepasst werden. Die Mehrkomponententechnik spielt somit eine entscheidende Rolle bei der Weiterentwicklung moderner Kunststoffprodukte und eröffnet neue Horizonte in der Materialwissenschaft und Fertigungstechnologie. In dieser Vorlesung werden die unterschiedlichen Sonderverfahren zur Herstellung von mehrschichtigen Produkten und Schäumen aus thermoplastischen Kunststoffen thematisiert. Dies umfasst unteranderem die nachfolgenden Themen:

- Verträglichkeit unterschiedlicher Werkstoffe
- Produkteigenschaften
- Fließen und Abkühlen von Mehrschichtprodukten
- Mehrkomponentenspritzguss
- Hohlkörperspritzguss
- Coextrusion
- Blasformen von Hart-Weich-Kombinationen
- Schäumen
- Nachhaltigkeit in der Mehrkomponententechnik: Herausforderungen und Möglichkeiten
- Recycling von Mehrkomponentenbauteile

Multi-component technology in the plastics sector is an innovative production method that makes it possible to combine several materials within a single production process. This technology opens up a wide range of design options and contributes to the optimisation of components. By integrating different polymers, product properties such as hardness, flexibility, colour and functionality can be specifically varied and adapted. Multi-component technology therefore plays a decisive role in the further development of modern plastic products and opens up new horizons in materials science and production technology. In this course, the various special processes for manufacturing multi-layer products and foams from thermoplastics will be discussed. This includes the following topics:

- Compatibility of different materials
- Product properties
- Flow and cooling of multi-layer products
- Multi-component injection moulding
- Hollow body injection moulding
- Co-extrusion
- Blow moulding of hard/soft combinations
- Foaming
- Sustainability in multi-component technology: challenges and opportunities
- Recycling of multi-component parts

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

Die Studierenden kennen die diversen Herstellverfahren für Kunststoffbauteile aus mehreren Komponenten bzw. Materialien. Des Weiteren können sie die für die Herstellung von Kunststoffprodukten aus unterschiedlichen Werkstoffen dominierenden Verfahren Spritzgießen und Extrusion beschreiben. Die notwendigen Berechnungsmethoden zur Auslegung der Verfahren werden ebenso vermittelt wie Methoden zur Auslegung der Produkte.

Students will be familiar with the various manufacturing processes for plastic components made from several components or materials. They will also be able to describe the injection moulding and extrusion processes that dominate the manufacture of plastic products from different materials. The necessary calculation methods for designing the processes are taught as well as methods for designing the products.

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%

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 Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau V4
12	**Modulbeauftragte/r:** Prof. Dr.-Ing. Volker Schöppner
13	**Sonstige Hinweise:** Keine None

NEU25 Mehrphasenströmung

Multiphase Flows

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiens.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
M.104.8342	150	5	1.-4.	Wintersemester	1	de	WP

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.104.32246 NEU25 Mehrphasenströmung	V2 Ü2	60	90	P	35

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

Keine

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

keine / none

4 **Inhalte:**

1. Einführung und Begriffsdefinitionen
2. Verdünnte Mehrphasenströmungen
   - Bewegung von Einzelpartikeln (Kräfte, instationäre Bewegung)
   - Modellierung bei niedrigen Konzentrationen
3. Konzentrierte Mehrphasenströmungen
   - Wirbelschicht
   - Pneumatische Förderung)
   - Modellierung bei hohen Konzentrationen
4. Messung in Mehrphasenströmungen
   - Partikelkonzentration
   - Partikel- und Fluidgeschwindigkeit
   - Partikelgrößenverteilung

5	**Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:** Die Studierenden verstehen die Konzepte der Beschreibung und Simulation von verdünnten Mehrphasenströmungen. Sie können die entsprechenden Methoden für gegebene Anwendungsfälle zielgerichtet auswählen und einsetzen. Sie verstehen ferner konzentrierte Mehrphasenströmungen in Wirbelschichten und bei der pneumatischen Förderung und können die entsprechenden Berechnungsmethoden zielgerichtet einsetzen. Sie kennen ferner wichtige Messmethoden für Konzentration, Partikelgröße und -geschwindigkeit in verdünnten und konzentrierten Mehrphasenströmungen.
6	**Prüfungsleistung:** ☒Modulabschlussprüfung (MAP) □Modulprüfung (MP) □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:** 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:** Prof. Dr. Hans-Joachim Schmid
13	**Sonstige Hinweise:** Keine None

NEU25 Metallische Werkstoffe für den Fahrzeugbau

Metallic Materials for Automotive Engineering

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiens.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
M.104.8245	150	5	1.-4.	Wintersemester	1	de	WP

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.104.23286 NEU25 Metallische Werkstoffe für den Fahrzeugbau	V2 Ü2	60	90	P	35

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

Keine

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

Empfohlen: Grundkenntnisse in Werkstoffkunde

4 **Inhalte:**

Der Stoff umfasst für die Werkstoffe Stahl, Aluminium, Magnesium, Zink sowie Edelmetalle:

- Erzeugung des Rohmaterials unter besonderer Berücksichtigung der industriell relevanten ökologischen und ökonomischen Aspekte
- Erzeugung von Halbzeugen
- Typische Prozesse der Weiterverarbeitung zu Bauteilen und Komponenten
- Beispiele für konkrete Einsatzszenarien unter Berücksichtigung eines wirtschaftlich effizienten und ökologisch tragfähigen Werkstoffeinsatzes
- Entsprechende Bauteileigenschaften

The course includes the materials steel, aluminum, magnesium, zinc, and precious metals:

- Production of the raw material with special consideration of the industrially relevant ecological and economic aspects
- Production of semi-finished products
- Typical processes for further processing into parts and components
- Examples of specific application scenarios considering an economically efficient and ecologically sustainable choice of materials
- Corresponding component properties

5	**Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:** Die Studierenden können unterschiedliche Konstruktionswerkstoffe unter Berücksichtigung der gesamten Prozesskette (Gewinnung, Verarbeitung, Lebensdauer und Recycling der Werkstoffe) und der werkstoffspezifischen Eigenschaften Komponenten am PKW zuordnen, nachhaltige Alternativwerkstoffe vorschlagen und ihre Vorgehensweise fundiert diskutieren Students will be able to assign different construction materials to components on automobiles, taking into account the entire process chain (mining, processing, service life and recycling of the materials) and the material-specific properties, suggest sustainable alternative materials and discuss their approach in a well-founded manner.
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%

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 Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau V4
12	**Modulbeauftragte/r:** Dr.-Ing. Kay-Peter Hoyer, Prof. Dr. Mirko Schaper
13	**Sonstige Hinweise:** Keine None

NEU25 Methoden des Qualitätsmanagements

Methods of Quality Management

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiens.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
M.104.8343	150	5	1.-4.	Wintersemester	1	de	WP

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.104.11232 NEU25 Methoden des Qualitätsmanagements	V2 Ü2	60	90	P	35

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

keine / none

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

keine / none

4 **Inhalte:**

Qualität bezieht sich auf die Erfüllung von Anforderungen. Das Qualitätsmanagement stellt Methoden bereit, welche die anforderungsgerechte Produktion gewährleisten sollen. Maßnahmen müssen in der Produktion angewendet werden und dafür im Rahmen der Produkt- und Produktionssystementwicklung definiert werden. QM-Systeme tragen darüberhinaus maßgeblich dazu bei, Nachhaltigkeitsziele im Unternehmen umzusetzen. Diese Vorlesung beschäftigt sich mit den Methoden und Konzepten des Qualitätsmanagements in produzierenden und dienstleistenden Unternehmen. Dazu werden die maßgebenden Begriffe, Prinzipien und Abläufe erläutert und auf gesamte Unternehmensprozesse, für unterschiedliche Unternehmensbereiche betrachtet. Dabei finden sowohl Produkt- als auch Prozessqualität Beachtung.
Inhalte der Lehrveranstaltung:

- Der Qualitätsbegriff
- Elemente des Qualitätsmanagements
- Prozessorientiertes Qualitätsmanagement
- Produktrealisierung (Qualitätsplanung, Entwicklung, Beschaffung, Produktion)
- Messung, Analyse und Verbesserung (Prüfplanung, Prüfmittelverwaltung)
- Grundlagen der Statistik
- Qualitätssteuerung
- Qualitätsaudits

5	**Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:** Nach Abschluss der Veranstaltung QM kennen die Studierenden grundlegende Konzepte und Methoden des Qualitätsmanagements und können diese erläutern. Die Studierenden sind nach Besuch der Übungen in der Lage die Zusammenhänge der einzelnen Methoden des Qualitätsmanagements zu erkennen, um sie auf Probleme der Praxis anzuwenden und lernen in der Veranstaltung die aktuellen Normen und Richtlinien in Bezug auf nachhaltige Produktion kennen und werden dazu befähigt, diese in der Praxis um- und einzusetzen.
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%

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:** Prof. Dr. Iryna Mozgova
13	**Sonstige Hinweise:** Keine None

NEU25 Modellbildung und Identifikation (Ma IngInf)

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiens.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
M.104.5253	150	5	1.-4.	Sommersemester	1	de	WP

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.104.52225 NEU25 Modellbildung und Identifikation	V2 Ü2	60	90	P	15

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

Keine

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

Empfohlene Vorkenntnisse:

- Grundlagen der Mechatronik und Systemtechnik
- Regelungstechnik
- Matlab/Simulink in der Mechatronik

Mandatory: Successful completion of the modules required under the study plan in semester 1 and 2. Recommended prior knowledge:

- Principles of Mechatronics and System Theory
- Automatic Control
- Matlab/Simulink in mechatronics

4 **Inhalte:**

- Übersicht über Modellierungswerkzeuge
- DGL-Formalismen für die Dynamik mechanischer Systeme
- Multiphysikalische Modellierungsparadigmen:
  - Signalflussorientierte Modellierung
  - Lagrange für die Multidomänenanwendung
- Verschiedene Methoden zur Systemidentifikation
- Bestimmung von Modellparametern (Parameteridentifikation)
- Nichtlineare Simulation

Modeling and Simulation of Dynamic Systems:

- overview of modelling tools
- differential equation formalisms for the dynamics of mechanical systems
- multiphysical modeling paradigms:
  - signal flow oriented modeling
  - Lagrange for multidomain application
- Various methods for system identification
- identification of model parameters
- nonlinear simulation

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

Die Studierenden kennen Prinzipien und Methoden zur Erstellung physikalischer und mathematischer Modelle für das dynamische Verhalten mechatronischer Systeme und können diese bei neuen Systemen systematisch rechnerisch anwenden Ferner kennen Sie unterschiedliche Integrationsverfahren zur numerischen Simulation samt ihrer Vor- und Nachteile. In einer gängigen Simulationsumgebung können sie für typische Anwendungen systematisch geeignete Verfahren auswählen und einsetzen.

Students are familiar with the principles and methods used to create physical and mathematical models for the dynamic behaviour of mechatronic systems and can systematically apply these to new systems using calculations. They are also familiar with various integration methods for numerical simulation, including their advantages and disadvantages. In a common simulation environment, they can systematically select and use suitable methods for typical applications.

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%

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:** Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau V4
12	**Modulbeauftragte/r:** Benedikt Alberternst, Prof. Dr. Ansgar Trächtler
13	**Sonstige Hinweise:** Keine None

Modellierung von Energiesystemen

Modelling of Energy Systems

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiens.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
M.048.55207	150	5	1.-3. Semester	Wintersemester	1	de	WP

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.048.55207 Modellierung von Energiesystemen	2V 2Ü, WS	60	90	P	40/40

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

Keine

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

Keine

Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Modellierung von Energiesystemen:
Keine

None

Prerequisites of course Modellierung von Energiesystemen:
None

4 **Inhalte:**

Inhalte der Lehrveranstaltung Modellierung von Energiesystemen:
Aufbauend auf einem ganzheitlichen Verständnis von Energiesystemen werden im Rahmen des Kurses die Grundlagen zur Modellierung ebendieser behandelt. Dafür werden ausgehend von einfachen Modellierungen alleinstehender energietechnischer Komponenten schrittweise umfangreichere Energiesysteme behandelt. Die Bedeutung von Eingangsdaten und Parametern sowie die Auswirkungen unterschiedlicher räumlicher und zeitlicher Auflösungen werden thematisiert. Zudem werden verschiedene Techniken zur Verifizierung und Validierung, Optimierung von Simulationen, zur Sensitivitätsanalyse und zur Risikoabschätzung im Kontext regenerativer Energiesysteme gelehrt. Begleitet werden die Vorlesungen durch praktische Übungen, in denen die Studierenden schrittweise die vermittelten Lerninhalte durch den Aufbau und die Simulation eigener Modelle vertiefen.

Contents of the course Modellierung von Energiesystemen:
Building on a holistic understanding of energy systems, the course covers the basics of modelling them. For this purpose, starting with simple modelling of stand-alone energy technology components, more extensive energy systems are dealt with step by step. The importance of input data and parameters as well as the effects of different spatial and temporal resolutions are discussed. In addition, various techniques for verification and validation, optimising simulations, for sensitivity analysis and for risk assessment in the context of regenerative energy systems are taught. The lectures are accompanied by practical exercises in which the students gradually deepen the learning content by building and simulating their own models.

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

Die Studierenden werden durch die Teilnahme an dem Kurs in die Lage versetzt, sowohl Simulationsmodelle und -studien umfassend bewerten als auch eigenständig umfangreiche Energiesysteme modellieren zu können. Grundlegende Techniken der Modellierung, Optimierung und Bewertung sind erlernt und können angewendet werden.

By participating in the course, students are enabled to comprehensively evaluate simulation models and studies as well as to independently model extensive energy systems. Basic techniques of modelling, optimisation and evaluation are learned and can be applied.

6 **Prüfungsleistung:**

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

zu	**Prüfungsform**	**Dauer bzw. Umfang**	**Gewichtung für die Modulnote**
a)	Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat	90-150 min oder 30 min oder 30 min	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 Credits 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

12 **Modulbeauftragte/r:**

Prof. Dr. Henning Meschede

13 **Sonstige Hinweise:**

NEU25 Multifunktionale Materialien (Ma InfIng)

Smart Materials

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiens.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
M.104.5254	150	5	1.-4.	Wintersemester	1	de	WP

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.104.12231 NEU25 Multifunktionale Materialien	V2 Ü2	60	90	P	15

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

Keine

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

Voraussetzungen für die Lehrveranstaltung sind Grundkenntnisse in Mathematik, Mechanik, Elektrotechnik und Werkstoffkunde wie sie in den Vorlesungen des Maschinenbau-Grundstudiums vermittelt werden.

Prerequisites for the course are basic knowledge of mathematics, mechanics, electrical engineering and materials science as taught in the lectures of the mechanical engineering basic course.

4 **Inhalte:**

Die Lehrveranstaltung führt in das umfangreiche Wissensgebiet multifunktionaler Materialien ein. Diese modernen Materialien geben einer Konstruktion durch ihre Struktureigenschaften nicht nur den notwendigen mechanischen Halt, sondern übernehmen zusätzlich sensorische oder aktorische Aufgaben, oder ihre mechanischen Eigenschaften wie z. B. Elastizitätsmodul oder Viskosität können durch Einwirken elektrischer, magnetischer oder thermischer Feldgrößen während der Nutzung gezielt beeinflusst werden. Unterrichtet werden die Grundlagen der Gewinnung, Herstellung, Verarbeitung sowie der Funktionsmechanismen und Berechnungsgrundlagen von piezoelektrischen Werkstoffen, thermischen und magnetischen Formgedächtniswerkstoffen sowie magnetischen Werkstoffen wie zum Beispiel magnetorheologischen Flüssigkeiten. Dabei werden auch Nachhaltigkeitsaspekte betrachtet wie z. B. Herausforderungen bei der Herstellung oder beim Recycling multifunktionaler Materialien. Anhand von ausgewählten Beispielen werden interessante technische Anwendungen vorgestellt.

	The course introduces the extensive field of knowledge of multifunctional materials, which are often called “smart materials”. Due to their structural properties, these modern materials not only provide a construction with the necessary mechanical support, but also take on additional sensory or actuator tasks, or their mechanical properties such as e.g. their Young’s modulus or viscosity can be specifically influenced by the action of electrical, magnetic or thermal field variables during use. The basics of extraction, production, processing as well as the functional mechanisms and calculation bases of piezoelectric materials, thermal and magnetic shape memory materials and magnetic materials such as magnetorheological fluids are taught. Sustainability aspects are also considered, such as challenges in the production or recycling of multifunctional materials. Interesting technical applications are presented on the basis of selected examples.
5	**Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:** Die Studierenden haben basierend auf den materialwissenschaftlichen Grundlagen, einen Überblick über die wichtigsten multifunktionalen Werkstoffe, ihre Funktionsmechanismen und Einsatzgrenzen. Sie sind in der Lage, mögliche Szenarien für die sinnvolle Anwendung dieser Materialien zu erkennen, Bauteile applikationsspezifisch auszulegen und deren Funktion durch Berechnung nachzuweisen. Zudem kennen sie übliche Simulationswerkzeuge und wissen multifunktionale Materialien hinsichtlich von Nachhaltigkeitsaspekten einzuschätzen. Based on the fundamentals of materials science, students have an overview of the most important multifunctional materials, their functional mechanisms and application limits. They are able to recognise possible scenarios for the sensible use of these materials, design components for specific applications and verify their function by calculation. They are also familiar with common simulation tools and know how to assess multifunctional materials with regard to sustainability aspects.
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%

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:** Dr. Ing. Tobias Hemsel, Prof. Dr. Mirko Schaper
13	**Sonstige Hinweise:** Keine None

Nachhaltige Energiesystemtechnik

Sustainable Energy System Technologies

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiens.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
M.048.55208	150	5	1.-3. Semester	Sommersemester	1	de	WP

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	K.048.55208 Nachhaltige Energiesystemtechnik	2V 2Ü, SS	60	90	P	40/40

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

Keine

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

Keine

Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Nachhaltige Energiesystemtechnik:
Keine

None

Prerequisites of course Nachhaltige Energiesystemtechnik:
None

4 **Inhalte:**

Inhalte der Lehrveranstaltung Nachhaltige Energiesystemtechnik:
Nachhaltige Energiesystemtechnik beinhaltet die ganzheitliche Betrachtung von thermischen, elektrischen und chemischen Energiesystemen, bestehend aus der Bereitstellung von Nutzenergie, Energieverteilung und dem Energiebedarf. In dieser Veranstaltung werden die Grundlagen von Energiesystemen vermittelt. Dazu werden aufbauend auf den Beschreibungen der wesentlichen Einzelkomponenten insbesondere ihr Zusammenwirken in Hinblick auf die Deckung des Energiebedarfs analysiert. Dementsprechend werden Aspekte der Sektorenkopplung ebenso wie Speichertechnologien als Bestandteile von Energiesystemen eingeführt. Zusätzlich zur technischen Beschreibung und Auslegung von Energiesystemen werden auch ökologischen und ökonomischen Aspekte zur ganzheitlichen Bewertung von Energiesystemen vorgestellt.

Contents of the course Nachhaltige Energiesystemtechnik:
The field of Sustainable energy system technologies includes the holistic consideration of thermal, electrical and chemical energy systems, consisting of the provision of useful energy, energy distribution and energy demand. In this course the basics of energy systems are taught. Based on the descriptions of the essential individual components, the interaction of these components is analyzed with regard to the coverage of the energy demand. Accordingly, aspects of sector coupling as well as storage technologies are introduced as components of energy systems. In addition to the technical description and design of energy systems, ecological and economic aspects for the holistic evaluation of energy systems are presented.

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

Die Studierenden können Energiesysteme ganzheitlich beurteilen, insbesondere können sie Energiesysteme in Hinblick auf den Energiebedarf analysieren und konzipieren. Sie kennen die einzelnen Komponenten und können diese sowohl technisch gestalten als auch die Wechselwirkungen im Kontext des Gesamtsystems sowie in sinnvollen Teilsystemen bewerten. Die Studierenden können Energiesysteme anhand energetischer, ökologischer und ökonomischer Indikatoren quantifizieren. Sie kennen Aspekte der erneuerbaren Energien, der Energiespeicherung und der Sektorkopplung und können diese auf Fragen nachhaltiger Energiesysteme anwenden.

Students can assess energy systems holistically, in particular they can analyze and design energy systems in terms of energy demand. They know the individual components and are able to design them both technically and to evaluate the interactions in the context of the overall system as well as in meaningful subsystems. Students are able to quantify energy systems using energy, ecological and economic indicators. They know aspects of renewable energies, energy storage and sector coupling and can apply these to questions of sustainable energy systems.

6 **Prüfungsleistung:**

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

zu	**Prüfungsform**	**Dauer bzw. Umfang**	**Gewichtung für die Modulnote**
a)	Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat	120-180 min oder 30-45 min oder 30 min	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 Credits 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. Dr. Henning Meschede
13	**Sonstige Hinweise:**

Nachhaltige Prozesswärmeversorgung

Sustainable Process Heat

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiens.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
M.048.55209	150	5	1.-3. Semester	Sommersemester	1	de	WP

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.048.55209 Nachhaltige Prozesswärmeversorgung	2V 2Ü, SS	60	90	P	50/50

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

None

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

Keine

Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Nachhaltige Prozesswärmeversorgung:
Keine

None

Prerequisites of course Nachhaltige Prozesswärmeversorgung:
None

4 **Inhalte:**

Inhalte der Lehrveranstaltung Nachhaltige Prozesswärmeversorgung:
Die Lehrveranstaltung befasst sich mit der Steigerung der Energieeffizienz in industriellen und verfahrenstechnischen Prozessen durch die systematische Verknüpfung thermischer Energieströme. Grundlage hierfür sind die thermodynamischen Zustandsänderungen industrieller Grundoperationen sowie die Transportphänomene der Wärmeübertragung. Die Lehrveranstaltung soll die Studierenden befähigen, den Transformationsprozess von Unternehmen zur Dekarbonisierung der Prozessenergieversorgung von der Erfassung des Energiebedarfs über die Bewertung der Energieeffizienz und der Einsparpotenziale bis hin zur Steigerung der Abwärmenutzung und dem Einsatz nachhaltiger Versorgungstechnologien für den verbleibenden Bedarf zu gestalten. Dazu werden ganzheitliche Methoden wie die Pinch-Analyse zur Quantifizierung von Wärmerückgewinnungspotenzialen und minimalen Wärme- und Kältebedarfen erlernt und angewendet. Die erlernten Methoden und Werkzeuge werden exemplarisch in industriellen Fallstudien zur Neuplanung oder Retrofit von Wärmerückgewinnungssystemen durch Identifikation von Integrationspunkten und Auslegung von Wärmeübertragern, thermischen Speichern und Abwärmenutzungstechnologien wie der Wärmepumpe angewendet.

Contents of the course Nachhaltige Prozesswärmeversorgung:
The course deals with increasing energy efficiency in industrial processes by systematically linking thermal energy flows. This is based on the thermodynamic state changes of basic industrial operations and the transport phenomena of heat transfer. The course is designed to enable students to design the transformation process of companies to decarbonise the process energy supply, from recording the energy demand and evaluating energy efficiency and savings potential to increasing waste heat utilisation and using sustainable supply technologies for the remaining demand. Holistic methods such as pinch analysis for quantifying heat recovery potential and minimising heating and cooling requirements are learned and applied. The methods and tools learnt are applied as examples in industrial case studies for new planning or retrofitting of heat recovery systems by identifying integration points and designing heat exchangers, thermal storage units and waste heat utilisation technologies such as heat pumps.

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

Die Lehrveranstaltung vermittelt die grundlegenden Kompetenzen zur Erfassung der notwendigen Daten und zur Bildung von Kennzahlen, um die Energieeffizienz industrieller Prozesse bewerten zu können. Die Studierenden kennen die Grundlagen der Thermodynamik und Wärmeübertragung und sind in der Lage, den Mindestenergiebedarf von Prozessen auf Basis thermodynamischer Zustandsänderungen abzuleiten und Kennzahlen zu identifizieren, um das Einsparpotenzial bewerten zu können. Die Studierenden sind in der Lage, die Grundlagen der Pinch-Analyse anzuwenden und die Potenziale von Wärmerückgewinnung und Wärmepumpen grafisch zu diskutieren und zu quantifizieren, um ganzheitlich Zielwerte für den Retrofit bestehender oder die Neuplanung von Energieversorgungssystemen ableiten und bewerten zu können. Darüber hinaus werden sie in die Lage versetzt, verschiedene Abwärmenutzungstechnologien zu charakterisieren und deren Einsatz mit den grafischen Mitteln der Pinch-Analyse zu bewerten, um eine Entscheidungsgrundlage für eine geeignete Technologiewahl zu schaffen. Darüber hinaus werden die Studierenden befähigt, den Einsatz von Wärmerückgewinnung und Wärmepumpen für diskontinuierliche Prozesse durch den Einsatz von thermischen Speichern zu realisieren.

The course teaches the basic skills required to collect the necessary data and form key performance indicators in order to evaluate the energy efficiency of industrial processes. Students know the basics of thermodynamics and heat transfer and are able to derive the minimum energy requirements of processes on the basis of thermodynamic state changes and identify key performance indicators in order to be able to evaluate the savings potential. Students will be able to apply the basics of pinch analysis and graphically discuss and quantify the potential of heat recovery and heat pumps to derive and evaluate holistic target values for the retrofitting of existing or the planning of new energy supply systems. In addition, they will be able to characterise different waste heat utilisation technologies and evaluate their use using the graphical tools of pinch analysis to create a decision-making basis for a suitable choice of technology. Furthermore, students will be able to realise the use of heat recovery and heat pumps for discontinuous processes using thermal storages.

6 **Prüfungsleistung:**

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

zu	**Prüfungsform**	**Dauer bzw. Umfang**	**Gewichtung für die Modulnote**
a)	Klausur oder mündliche Prüfung	120 min oder 30 min	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 Credits 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 Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau V4
12	**Modulbeauftragte/r:** Dr.-Ing. Florian Schlosser
13	**Sonstige Hinweise:**

NEU25 Nachhaltigkeitsgerechte Produktentstehung							
Product Creation for Sustainability							
Modulnummer:	**Workload (h):**	**LP:**	**Studiens.:**	**Turnus:**	**Dauer (in Sem.):**	**Sprache:**	**P/WP:**
M.104.8275	150	5	1. - 4.	Wintersemester	1	de	P

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	**Lehrform**	**Kontaktzeit (h)**	**Selbststudium (h)**	**Status (P/WP)**	**Gruppengröße (TN)**
a)	L.104.51232 NEU25 Nachhaltigkeitsgerechte Produktentstehung	V2 Ü2	60	90	P	35

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

Keine

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

keine / none

4	**Inhalte:** Der Markterfolg innovativer, nachhaltiger Produkte basiert auf Exzellenz in der Produktentstehung. 80% der ökologischen, ökonomischen und sozialen Auswirkungen eines Produkts werden in der Produktentwicklung festgelegt. Daher arbeiten Ingenieurinnen und Ingenieure in der Produktentwicklung interdisziplinär und fokussieren sich auf die Nachhaltigkeit der technischen Systeme. Die Nachhaltigkeitsgerechte Produktentstehung vermittelt das Rüstzeug dafür. Zukünftig werden technologiegetriebene Innovationen durch neue Geschäftsmodelle begleitet. Kernelement der Kreislaufwirtschaft ist es, die Materialzirkularität als Geschäftschance zu nutzen und in Geschäftsmodelle zu überführen. Damit werden nicht nur Hersteller und Verbraucher, sondern auch Recycling-Unternehmen und die Gesellschaft als Ganzes angesprochen. Zur Effektivitäts- und Effizienzsteigerung in der interdisziplinären Produktentstehung werden Wertesysteme, Gestaltungsprinzipien, Methoden und Werkzeuge vorgestellt und angewendet. Das Fach nachhaltigkeitsgerechte Produktentstehung vertieft die Entwicklung von nachhaltigen Strategien und Geschäftsmodellen. Inhalte der Lehrveranstaltung Nachhaltigkeitsgerechte Produktentstehung: • Nachhaltigkeitsbegriff • Kreislaufwirtschaft • Modell der strategischen Produktplanung (SPP) • Produktentstehung als Stellschraube für die Nachhaltigkeitsziele • Anforderungsentwicklung auf Basis des 9R-Konzepts • Theorie der Invention, Innovation und Diffusion • nachhaltige Innovationen • Innovationsmanagement und -bewertung • Ansätze zur Strategieentwicklung • generische Ansätze zur Markt- und Stakeholderanalyse • Methoden der Vorausschau • nachhaltige Geschäftsmodellgestaltung • Strategieumsetzung und Change Management • Grundlagen des Value Managements

	The market success of innovative, sustainable products is based on excellence in product creation. 80 % of the ecological, economic, and social impacts of a product are determined during product engineering. Therefore, engineers in product engineering work in an interdisciplinary way and focus on the sustainability of technical systems. Product creation for sustainability provides the tools for this. In the future, technology-driven innovations will be accompanied by new business models. A core element of the circular economy is leveraging material circularity as a business opportunity and translating it into business models. This addresses not only manufacturers and consumers but also recycling companies and society. To increase effectiveness and efficiency in interdisciplinary product creation, value systems, design principles, methods, and tools are presented and applied. Product Creation for Sustainability deepens the engineering of sustainable strategies and business models. Contents of the course Product Creation for Sustainability: • Concept of sustainability • Circular economy • Strategic Product PLanning (SPP) Model • Product creation as a lever for sustainability goals • Development of Requirements based on the 9R concept • Theory of invention, innovation, and diffusion • Sustainable innovations • Innovation management and evaluation • Approaches to strategy development • Generic approaches to market and stakeholder analysis • Foresight methods • Sustainable business model design • Strategy implementation and change management • Fundamentals of value management
5	**Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:** Die Studierenden beschreiben das Vorgehen bei der Planung und Realisierung nachhaltiger Systeme. Die Teilnehmenden definieren Nachhaltigkeit anhand passender Kriterien und Beispiele und wenden die Grundregeln von Nachhaltigkeitsentscheidungen in der Produktentstehung an. Die Teilnehmenden erkennen technische und organisatorische Erfordernisse zur Entwicklung nachhaltiger Produkte, wählen passende Organisationsformen aus und wenden diese auf Beispiele an. Die Studierenden werden befähigt, Marktchancen anhand generischer Modelle zu bewerten. Die Studierenden erläutern das theoretische Rahmenwerk von Innovationen und wenden es auf neue Inhalte im Bereich der Nachhaltigkeit an. Die Studierenden wenden Methoden der Vorausschau selbstständig an. Sie grenzen nachhaltige Unternehmensstrategien voneinander ab und analysieren sie. Students describe the approach for planning and realizing sustainable systems. Participants define sustainability using suitable criteria and examples and apply the basic rules for sustainability-related decisions in product creation. Participants identify technical and organizational requirements for the engineering of sustainable products, select appropriate organizational forms, and apply them to examples. Students are enabled to evaluate market opportunities using generic models. They explain the theoretical framework of innovations and apply it to new topics in the field of sustainability. Students independently apply foresight methods. They distinguish and analyze sustainable corporate strategies.

<table>
<tr><td>6</td><td>Prüfungsleistung:
☒Modulabschlussprüfung (MAP) □Modulprüfung (MP) □Modulteilprüfungen (MTP)
<table>
<tr><th>zu</th><th>Prüfungsform</th><th>Dauer bzw. Umfang</th><th>Gewichtung für die Modulnote</th></tr>
<tr><td>a)</td><td>Klausur oder mündliche Prüfung</td><td>90 - 120 Minuten oder 45 - 60 Minuten</td><td>100%</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>7</td><td>Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:
keine / none</td></tr>
<tr><td>8</td><td>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:
Keine
None</td></tr>
<tr><td>9</td><td>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.</td></tr>
<tr><td>10</td><td>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).</td></tr>
<tr><td>11</td><td>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:
Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau V4</td></tr>
<tr><td>12</td><td>Modulbeauftragte/r:
Prof. Dr. Iris Gräßler</td></tr>
<tr><td>13</td><td>Sonstige Hinweise:
Keine
None</td></tr>
</table>

NEU25 Numerische Methoden zur digitalen Produktentwicklung in der Kunststofftechnik

Numerical Methods for Polymer Processing

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiens.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
M.104.8346	150	5	1.-4.	Wintersemester	1	de	WP

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.104.42281 NEU25 Numerische Methoden zur digitalen Produktentwicklung in der Kunststofftechnik	V2 Ü2	60	90	P	35

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

Keine

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

keine / none

4 **Inhalte:**

Der Einsatz numerischer Strömungsmechanik in der Kunststofftechnik bietet viele Vorteile. CFD(Computational Fluid Dynamics) - Simulationen ermöglichen ein virtuelles Prototyping, wodurch Ingenieure zukünftige Produkte zuvor testen und optimieren können, bevor physische Prototypen gebaut werden, was zu einer Reduzierung der Ressourcen, Senkung der Produktentwicklungskosten und Erhöhung der Wirtschaftlichkeit führt. Trotz der Stärken und Möglichkeiten numerischer Simulationen hat der Einsatz von CFD auch einige Nachteile und kann Probleme verursachen, wenn sie nicht richtig angewendet wird. Dabei weist jede numerische Methode ihre eigenen Vor- und Nachteile auf. Diese werden auf der Basis der Grundlagen zu den numerischen Berechnungsmethoden an drei verschiedenen CFD-Verfahren in der Vorlesung aufgezeigt.

- Einführung in CFD (Computational Fluid Dynamics)
- Erhaltungsgleichungen der Strömungsmechanik
- Gittergenerierung
- Finite-Differenzen-Verfahren
- Finite-Volumen-Verfahren
- Finite-Element-Verfahren

The use of computational fluid dynamics in plastics technology offers many advantages. CFD (Computational Fluid Dynamics) simulations enable virtual prototyping, allowing engineers to test and optimise future products before physical prototypes are built, reducing resources, lowering product development costs and increasing profitability. Despite the strengths and possibilities of numerical simulations, the use of CFD also has some disadvantages and can cause problems if not applied correctly. Each numerical method has its own advantages and disadvantages. These are demonstrated in the course on the basis of the fundamentals of numerical calculation methods using three different CFD methods.

- Introduction to CFD (Computational Fluid Dynamics)
- Conservation equations of fluid mechanics
- Grid generation
- Finite difference method
- Finite volume methods
- Finite element methods

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

Die Studierenden können einfache isotherme und nichtisotherme Strömungen in der Kunststoffverarbeitung z.B. mittels physikalischer Erhaltungssätze zu analysieren und zu untersuchen. Sie sind darüber hinaus in der Lage, mathematische Grundlagen von Simulationsprogrammen zur Berechnung von Werkstoffen und Strömungen zu beschreiben und entsprechende Standardprogramme zu bedienen.

Students will be able to analyze and investigate simple isothermal and non-isothermal flows in plastics processing, e.g. using physical conservation laws. They are also able to describe the mathematical basics of simulation programs for calculating materials and flows and to operate corresponding standard programs.

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%

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 Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau V4
12	**Modulbeauftragte/r:** Dr.-Ing. Jutta Jungemann, Prof. Dr.-Ing. Elmar Moritzer
13	**Sonstige Hinweise:** Keine None

NEU25 Optimale Steuerung und Regelung

Optimal Control

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiens.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
M.104.8347	150	5	1.-4.	Sommersemester	1	de	WP

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.104.52276 NEU25 Optimale Steuerung und Regelung	V2 Ü2	60	90	P	35

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

Keine

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

keine / none

4 **Inhalte:**

Optimierungsprobleme tauchen im Kontext der Ingenieurwissenschaften an vielen Stellen auf, da Methoden strukturell häufig so ausgelegt werden die beste Lösung oder unter mehreren Gütekriterien einen bestmöglichen Kompromiss zu finden. Beispiele hierfür sind optimale Regler oder auch Methoden des maschinellen Lernens, die bei der Anpassung von Parametern auf Optimalitätsprinzipien zurückgreifen. In dieser Veranstaltung wird ein grundsätzliches Verständnis für das Aufstellen und die Lösung von Optimierungsproblemen im allgemeinen Kontext vermittelt. Zusätzlich werden Anwendungen und auf Optimierung basierende Methoden aus der Regelungstechnik behandelt. An Beispielen wird aufgezeigt, wie Nachhaltigkeitsaspekte speziell durch Mehrzieloptimierungsansätze beim Regelungs- bzw. Steuerungsentwurf mit einbezogen werden können, etwa durch Berücksichtigung des Energieverbrauchs.

- Grundlagen der Optimierung
- Statische Optimierung (Optimierung ohne Beschränkungen, Mehrzieloptimierung, Optimierung mit Beschränkungen, Technische Anwendungen)
- Methoden der globalen Optimierung
- Dynamische Optimierung (Optimale Steuerung, Zeitvariante Riccati-Gleichung, Dynamische Programmierung)

Optimization problems occur in many areas of engineering, as methods are often structurally designed to find the best solution or the best possible compromise among several quality criteria. Examples of this are optimal controllers or machine learning methods that use optimality principles to adjust parameters. This course provides a basic understanding of how to set up and solve optimization problems in a general context. In addition, applications and optimization-based methods from control engineering are covered. Examples will be used to show how sustainability aspects can be included in control design, especially through multi-objective optimization approaches, for example by taking energy consumption into account.

- Fundamentals of optimization
- Static optimization (Optimization without constraints, Multi-objective control, Optimization with constraints, Technical applications)
- Methods of global optimization
- Dynamic optimization (Optimal control, Time-variant Riccati equation, Dynamic programming)

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

Die Studierenden haben Kenntnisse der mathematischen Optimierung in der Auslegung regelungstechnischer Systeme und können diese erklären. Sie sind in der Lage, entsprechend der technischen Aufgabenstellung ein Optimierungsproblem zu formulieren, die passende Optimierungsmethode (statisch oder dynamisch, unbeschränkt oder beschränkt, linear oder nichtlinear, etc.) auszuwählen und die Optimierungsaufgabe zu lösen. Die Studierenden sind in der Lage, Nachhaltigkeitaspekte in Mehrziel-Optimierungsaufgaben zu berücksichtigen.

Students have knowledge of mathematical optimization in the design of control systems and can explain it. They are able to formulate an optimization problem according to the technical task, select the appropriate optimization method (static or dynamic, unconstrained or constrained, linear or non-linear, etc.) and solve the optimization task. Students are able to consider sustainability aspects in multi-objective optimization tasks.

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%

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 Credits gewichtet (Faktor 1). The module is weighted according to the number of credits (factor 1).
11	**Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:** Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau V4
12	**Modulbeauftragte/r:** Dr.-Ing. Julia Timmermann, Prof. Dr. Ansgar Trächtler
13	**Sonstige Hinweise:** Keine None

NEU25 Particle synthesis

Particle synthesis

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiens.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
M.104.8295	150	5	1.-4.	Wintersemester	1	en	P

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.104.32238 NEU25 Particle Synthesis	V2 Ü2	60	90	P	35

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

Keine

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

Keine

None

4 **Inhalte:**

1. Relevante Elementarprozesse
   - Homogene Keimbildung
   - Heterogene Keimbildung
   - Agglomeration
   - Bruch
   - Wachstum
   - Sintern
   - Ostwald-Reifung
2. Nasschemische Partikelsynthese
   - Fällung
   - Kristallisation
3. Gasphasensynthese
   - Heißwandreaktor
   - Flammensynthese
   - Plasmareaktor
   - Laserverdampfung

5	**Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:** Die Studierenden kennen die physikalischen Grundvorgänge der Partikelsynthese und deren Abhängigkeit von den Betriebsbedingungen. Sie sind in der Lage die Wechselwirkungen zwischen den Grundvorgängen zu beschreiben und auf verschiedene Verfahren der Partikelsynthese anzuwenden. Sie sind auch in der Lage die Kinetik der verschiedenen Elementarprozesse rechnerisch zu beschreiben und darauf aufbauend Überschlagsrechnungen zur Auslegung der zugehörigen Apparate durchführen. Die Studierenden sind insbesondere in der Lage, die Auswirkung von entsprechenden Änderungen der Betriebseinstellungen auf die Eigenschaften der entstehenden Partikeln abzuleiten. Die Studierenden kennen die wichtigsten Verfahren der Aerosolsynthese, der Kristallisation und der Fällung und können deren spezifischen Vor- und Nachteile anhand der ablaufenden physikalischen Prozesse erläutern.
6	**Prüfungsleistung:** ☒Modulabschlussprüfung (MAP) □Modulprüfung (MP) □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:** 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
12	**Modulbeauftragte/r:** Prof. Dr. Hans-Joachim Schmid
13	**Sonstige Hinweise:** Keine None

NEU25 Piezoelektrische Systeme

Piezoelectric Systems

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiens.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
M.104.8349	150	5	1. - 4.	Sommersemester	1	de	WP

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.104.12281 NEU25 Piezoelektrische Systeme	V2 Ü2	60	90	P	35

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

Keine

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

Empfohlene Voraussetzungen für die Lehrveranstaltung sind Grundkenntnisse in Mathematik, Mechanik und Elektrotechnik wie sie in den Vorlesungen des Maschinenbau-Grundstudiums vermittelt werden. Die Inhalte der Veranstaltungen “Maschinen- und Systemdynamik”, “Messtechnik” und “Multifunktionale Materialien” sind für das Verständnis des Stoffes hilfreich.

Prerequisites for the course are basic knowledge of mathematics, mechanics and electrical engineering as taught in the lectures of the mechanical engineering basic course. The contents of the courses “Machine and System Dynamics”, “Measurement Technology” and “Multifunctional Materials” are helpful for understanding the material. Please note that this course is part of the module “Piezoelectric Systems, Vibration Measurement and Analysis” and the module exam can only be taken after participation in both parts.

4 **Inhalte:**

Piezoelektrische Werkstoffe werden in Aktoren und Sensoren eingesetzt und gewinnen dadurch zunehmende technische Bedeutung. Insbesondere für die Entwicklung nachhaltiger mechatronischer Systeme, die ein Condition Monitoring beinhalten oder gar eine selbstadaptive Systemanpassung vorsehen, werden häufig piezoelektrische Werkstoffe als multifunktionale Elemente eingesetzt. Schwerpunkte der Vorlesung sind verschiedene Berechnungsmethoden für den Entwurf dynamisch betriebener Systeme (Kontinuumsmodelle, Ersatzschaltbilder, FEM). Dabei wird sowohl auf die Mechanik der Systeme als auch deren elektrische Speisung und Regelung eingegangen. Dabei werden auch Nachhaltigkeitsaspekte betrachtet wie z. B. Herausforderungen bei der Herstellung oder beim Recycling piezoelektrischer Materialien. Neben der abstrakten Modellierung steht der Praxisbezug im Vordergrund. Im Rahmen von Vorträgen werden industrierelevante Anwendungsbeispiele präsentiert und in darauf folgenden Laborübungen analysiert. Dabei werden Kenntnisse im Bereich berührungsloser Schwingungsmesstechnik und Messung elektrischer Größen mit PC-basierten Systemen vermittelt. Die theoretisch erarbeiteten Kenntnisse werden in Form von Übungen angewandt.

	Piezoelectric materials are used in actuators and sensors and are therefore becoming increasingly important in technical terms. Piezoelectric materials are often used as multifunctional elements, especially for the development of sustainable mechatronic systems that include condition monitoring or even provide for self-adaptive system adaptation. The lecture focuses on various calculation methods for the design of dynamically operated systems (continuum models, equivalent circuit diagrams, FEM). The mechanics of the systems as well as their electrical supply and control are discussed. Sustainability aspects are also considered, such as challenges in the production or recycling of piezoelectric materials. In addition to the abstract modeling, the focus is on practical relevance. Industry-relevant application examples are presented in lectures and analyzed in subsequent laboratory exercises. Knowledge in the field of non-contact vibration measurement technology and measurement of electrical variables with PC-based systems is imparted. The theoretically acquired knowledge is applied in the form of exercises.
5	**Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:** Piezoelektrische Systeme: Die Studierenden verfügen über weitreichende Kenntnisse piezoelektrischer Systeme und deren Einsatzgebiete sowie deren Bedeutung für die Entwicklung nachhaltiger Systeme. Ihnen sind grundlegend verschiedene Nutzungsarten bekannt. Sie sind in der Lage, quasistatische Aktoren applikationsspezifisch zu dimensionieren und experimentell zu charakterisieren. Sie sind mit der Modellierung und experimentellen Parameteridentifikation unterschiedlicher Aktoren vertraut. Sie können Berechnungsmethoden für den Entwurf dynamisch betriebener Systeme erläutern und diese selbstständig anwendungsgerecht einsetzen. Zudem kennen sie einschlägige Softwarewerkzeuge und können diese für einfache Beispiele anwenden. Piezoelectric systems: The students have extensive knowledge of piezoelectric systems and their areas of application, as well as their importance for the development of sustainable systems. The students are familiar with fundamentally different types of use. They are able to dimension quasi-static actuators specific to the application and to characterize them experimentally. They are familiar with the modeling and experimental parameter identification of different actors. They can explain calculation methods for the design of dynamically operated systems and use them independently in an application-oriented manner. They are also be familiar with the relevant software tools and be able to use them for simple examples.
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%

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 Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau V4
12	**Modulbeauftragte/r:** Dr. Ing. Tobias Hemsel
13	**Sonstige Hinweise:** Keine None

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:**

- 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

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

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.

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.

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%

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 Additive Manufacturing V1, Masterstudiengang Additive Manufacturing V1 (englisch), Masterstudiengang Nachhaltiger Maschinenbau V1, Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau V4
12	**Modulbeauftragte/r:** Prof. Dr.-Ing. Elmar Moritzer
13	**Sonstige Hinweise:** Keine None

NEU25 Produktanalyse

Product Analysis

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiens.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
M.104.8350	150	5	1.-4.	Wintersemester	1	de	WP

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.104.32277 NEU25 Produktanalyse	V3	45	60	P	35
b)	L.104.32577 NEU25 Produktanalyse Praktikum	P1	15	30	P	35

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

Keine

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

Keine

None

4 **Inhalte:**

1. Charakterisierung von Messproblem und Messverfahren
2. Probenahme
3. Transportverluste
4. Moderne Verfahren zur Partikelgrößenanalyse
   - Bildanalyse (Licht- u. Elektronenmikroskopie)
   - Nanoskalige Aerosole: SMPS-Verfahren
   - Lichtstreuung an Einzelpartikeln und am Kollektiv
   - Kolloide: Dynamische Lichtstreuung
5. Rückrechnung der Größenverteilung bei Kollektivmessverfahren (Inversion)
6. Charakterisierung sonstiger Partikeleigenschaften
   - Oberfläche und Porosität
   - Zeta-Potential
7. Online Messtechnik

Praktikum: 1. Statische Lichtstreuung an Einzelpartikeln 2. Scanning Mobility Particle Sizing

5	**Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:** Die Eigenschaften von Produkten in partikulärer Form (und damit ihr Wert) hängen neben der chemischen Zusammensetzung meist ganz entscheidend von den dispersen Eigenschaften (z.B. Partikelgröße, Struktur, Oberflächeneigenschaften etc.) ab. Daher ist es sehr wichtig deren Produkteigenschaften zuverlässig charakterisieren zu können. Um ein vertieftes Prozessverständnis zu bekommen um beispielsweise verschiedene Eigenschaften gezielt einstellen zu können, ist es jedoch unerlässlich auch die dispersen Eigenschaften messen zu können. Die Vorlesung vermittelt einen systematischen Ansatz zur Einteilung und Beurteilung verschiedener Messmethoden. Ziel ist dabei nicht, einen umfassenden Katalog von Messverfahren zu besprechen, sondern vielmehr eine Methodik, um für ein beliebiges Messproblem die adäquate Messmethode auszuwählen.
6	**Prüfungsleistung:** ☒Modulabschlussprüfung (MAP) □Modulprüfung (MP) □Modulteilprüfungen (MTP)

zu	**Prüfungsform**	**Dauer bzw. Umfang**	**Gewichtung für die Modulnote**
a) - b)	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:** 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 Chemieingenieurwesen V3
12	**Modulbeauftragte/r:** Dr.-Ing. Steffen Jesinghausen, Prof. Dr. Hans-Joachim Schmid
13	**Sonstige Hinweise:** Keine None

NEU25 Produktlebenszyklus- und Produktdatenmanagement

Engineering data management for the product development

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiens.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
M.104.8351	150	5	1.-4.	Sommersemester	1	de	WP

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.104.11247 NEU25 Produktlebenszyklus- und Produktdatenmanagement (PDM)	V2 Ü2	60	90	P	35

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

Keine

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

keine / none

4 **Inhalte:**

Die Veranstaltung vermittelt Wissen über das Vorgehen in den einzelnen Phasen des Produktlebenszyklus und legt den Schwerpunkt auf die Datenorganisation und -analyse von Produkten. Die Vorlesung baut auf den Grundlagen der konstruktiven Fächer auf.
Im Rahmen der Vorlesung wird auf folgende Inhalte eingegangen:

- Einordnung der Konstruktion in den Produktionsprozess
- PDM als Bindeglied in der Produktentwicklung
- PDM als Katalysator der Nachhaltigkeit (z.B. digitaler Produktpass)
- CAx-Systemeinführung, Modellierung, Nutzungsorganisation und Schnittstellen
- Angebotsbearbeitung für komplexe technische Systeme und Angebotskalkulation
- Datenorganisation und -management
- Semantische Technologien
- Wissensbasierte Konstruktion
- Wirtschaftlicher CAD-Einsatz
- Datenanalytik
- Grundlage des Produktdatenmanagement
- PLM-/PDM-Systeme als Integrationsplattform

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

Die Studierenden sind in der Lage, CAx-Systeme bezüglich ihrer Funktionalität im Prozess der Produktentwicklung einzuordnen und ihre Einsatzbereiche zu benennen. Die Studierenden kennen die grundlegenden Konzepte und Ansätze im Produktdatenmanagement.

Die Studierenden können:

- den Mehrwert der Rechnerunterstützung anhand der Prozesse der Anfragebearbeitung und Angebotserstellung beschreiben;
- die Konzepte zur Integration der verschiedenen Anwendungen erarbeiten und erläutern;
- die produktbezogenen Daten planen, beschreiben, organisieren, auswerten, archivieren und wiederverwenden.

Studierende erwerben die Fähigkeit, weitere Werkzeuge bezüglich des Daten- und Informationsmanagement zur Optimierung von Prozessen im Umfeld der Produktentwicklung und Konstruktion anzuwenden.

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%

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 Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau V4

12 **Modulbeauftragte/r:**

Prof. Dr. Iryna Mozgova

13 **Sonstige Hinweise:**

Keine

None

NEU25 Projektlabor Künstliche Intelligenz für die Produktentstehung

Project Lab Artificial Intelligence for Product Creation

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiens.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
M.104.8352	150	5	1.-4.	Wintersemester	1	de	WP

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.104.51965 NEU25 Projektlabor Künstliche Intelligenz für die Produktentstehung (KI4PE)	S4	60	90	P	35

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

Keine

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

Empfohlen: Industrielle Produktion, Entwicklungsmethodik, Digitale und Virtuelle Produktentstehung (DVPE)

4	**Inhalte:** Die Gestalt, die Struktur und das Verhalten von Produkten werden in der Produktentwicklung in Form digitaler Modelle spezifiziert. Digitale Werkzeuge wie Modellierungs- und Simulations-Software sind weithin etabliert. Welchen Nutzen können Verfahren der Künstlichen Intelligenz dabei entfalten? Welche KI-Technologien können zusätzlich Nachhaltigkeitsentscheidungen in der Produktentwicklung unterstützen? Maschinelles Lernen und Large Language Models, Generative Design und wissensbasierte Entwicklung – Technologien versprechen einen großen Mehrwert. Im Projektlabor erwerben Teilnehmer*innen Grundlagenkenntnisse und erste Erfahrungen dazu, welche Voraussetzung geschaffen werden müssen, welche KI-Technologien zur Auswahl stehen, und wie sie tatsächlich eingesetzt werden. Unter Verwendung eines aktuellen Praxisbeispiels werden die Erkenntnisse, beispielsweise im Bereich der Digitalen Fabrik angewandt. Die Digitale Fabrik wird als Oberbegriff für Methoden, Modelle und IT-Werkzeuge verstanden, die einerseits in der Entwicklung und Arbeitsvorbereitung sowie andererseits in der Produktionsplanung und Steuerung unterstützen. In einem solchen Kontext erleben die Teilnehmer*innen den Einsatz von methodischen Ansätzen und Projektmanagement im Team. Neben der Entwicklungsmethodik kommt beispielsweise der „Cross Industry Standard Process for Data Mining“ (CRISP DM) sowie Nachhaltigkeitsbetrachtungen zum Einsatz. • Einarbeitung in aktuellen industriellen und wissenschaftlichen Arbeiten zur Anwendung von KI in der Produktentstehung • Anforderungs- und Situationsanalyse für das Praxisbeispiel • Vertiefung von Grundlagen zu ausgewählten KI-Verfahren • Erarbeitung von Grobkonzepten für Lösungsalternativen • Ausarbeitung ausgewählter Lösungsalternativen, insb. mit Datenanalyse und Modellierung • Erprobung und iterative Entwicklung einer Lösung • Technische und wirtschaftliche Bewertung der Lösungsalternativen • Betrachtung von Nachhaltigkeitsaspekten im Lösungskontext • Präsentation der Resultate

	The shape, structure and behaviour of products are specified in product creation in the form of digital models. Digital tools such as modelling and simulation software are widely established. What benefits can artificial intelligence methods bring? Which AI technologies can provide additional support in making sustainability decisions during the product creation process? Machine learning and Large Language Models, generative design and knowledge-based engineering – technologies promise great added value. In the project lab, participants acquire basic knowledge and initial experience of what prerequisites need to be created, which AI technologies are available and how they are actually used. They apply these to a selected practical example, for example from the field of the digital factory. The digital factory is understood as a generic term for methods, models and IT tools that support development and work preparation on the one hand and production planning and control on the other. In such a context, participants experience the use of methodical approaches and project management in a team. In addition to the development methodology, the "Cross Industry Standard Process for Data Mining" (CRISP DM) and sustainability analysis are used, for example. • Deep-dive into current industrial and scientific work on the application of AI in product creation • Requirements and situation analysis for the practical example • Consolidation of the basics of selected AI approaches • Development of concepts for alternative solutions • Elaboration of selected solution alternatives, in particular with data analysis and modeling • Testing and iterative development of a solution • Technical and economic evaluation of the alternative solutions • Contemplation of sustainability aspects in the solution context • Presentation of the results
5	**Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:** Mit dem Modul „Projektlabor Künstliche Intelligenz in der Produktentstehung" erlernen die Studierenden den Umgang mit Verfahren der Künstlichen Intelligenz und sammeln erste praktische Erfahrungen über einen spezifischen Anwendungsfall. Die Teilnehmenden arbeiten an der Entwicklung, Realisierung und Optimierung eines ausgewählten Praxisbeispiels beispielsweise aus dem Bereich der Digitalen Fabrik mit. Sie werden mit einzelnen Werkzeugen der KI vertraut und können diese zur Lösung einer spezifischen Problemstellung anwenden. Sie lernen, Nachhaltigkeitsaspekte/-betrachtungen mit Hilfe von KI in den Produktentstehungsprozess zu integrieren. Zudem wenden Sie Methoden des Anforderungs- und Projektmanagements an und sammeln Erfahrungen in der Teamarbeit in einer vorgegebenen Zeit. Daneben erwerben Sie praktische Erfahrungen bezüglich Vortrags- und Präsentationstechnik. In the "Project lab Artificial Intelligence in Product Creation", students learn how to use artificial intelligence and gain their first practical experience of a specific application. Participants work on the development, implementation and optimization of a selected practical example, for example from the field of the digital factory. They are familiar with individual AI tools and can apply them to solve a specific problem. They learn to integrate sustainability aspects into the product creation process with the help of AI. They also apply methods of requirements and project management and gain experience in teamwork within a given timeframe. They also gain practical experience in lecture and presentation techniques.

<table>
<tr><td>6</td><td>Prüfungsleistung:
☒Modulabschlussprüfung (MAP) □Modulprüfung (MP) □Modulteilprüfungen (MTP)
<table>
<tr><th>zu</th><th>Prüfungsform</th><th>Dauer bzw. Umfang</th><th>Gewichtung für die Modulnote</th></tr>
<tr><td>a)</td><td>schriftliche Hausarbeit mit Präsentation</td><td>10 bis 15 Seiten, 10 Minuten Präsentation</td><td>100%</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>7</td><td>Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:
keine / none</td></tr>
<tr><td>8</td><td>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:
Keine
None</td></tr>
<tr><td>9</td><td>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.</td></tr>
<tr><td>10</td><td>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).</td></tr>
<tr><td>11</td><td>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:
keine</td></tr>
<tr><td>12</td><td>Modulbeauftragte/r:
Dr.-Ing. Jens Pottebaum, Prof. Dr. Iris Gräßler</td></tr>
<tr><td>13</td><td>Sonstige Hinweise:
Keine
None</td></tr>
</table>

NEU25 Projektlabor Lean Production (Angewandtes Produktionsmanagement)							
Project Lab Lean Production							
Modulnummer:	**Workload (h):**	**LP:**	**Studiens.:**	**Turnus:**	**Dauer (in Sem.):**	**Sprache:**	**P/WP:**
M.104.8353	150	5	1.-4.	Sommersemester	1	de	WP

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	**Lehr-form**	**Kontakt-zeit (h)**	**Selbst-studium (h)**	**Status (P/WP)**	**Gruppen-größe (TN)**
a)	L.104.51910 NEU25 Projektlabor Lean Production	S4	75	75	P	35

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

Keine

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

Empfohlen wird das Modul “Digitale und Virtuelle Produktentstehung”.

Recommended: Module “Digital and Virtual Product Creation”.

4	**Inhalte:** Verschwendungen müssen im Unternehmen kontinuierlich erkannt und beseitigt werden. Abfälle und Ausschuss werden vermieden, Kosten eingespart und die Ergonomie am Arbeitsplatz gewährleistet. Somit ergibt sich die Frage, wie Ingenieur*innen Verschwendung in der Produktentstehung erkennen können. Welche Maßnahmen ermöglichen eine „schlanke" Produktion? Inwiefern fördert eine schlanke Produktion auch die Nachhaltigkeit in der Produktion? Und welche Rolle spielt Informationstechnik? Diese Fragen werden in der Lehrveranstaltung anhand von Anwendungsfällen der Produktions- und Automatisierungstechnik mit Bezug zu mechatronischen Produkten behandelt. Dazu steht eine Industrie 4.0-Laborumgebung u.a. mit spanender Fertigung, 3D-Druck, Robotik, Materialflusssystem und manueller Montagelinie zur Verfügung. Nach einer ersten Phase verstehen Studierende die Grundlagen der Lean Production, haben Prinzipien und Methoden in Übungen erprobt und können sie an eigenen Beispielen erläutern. Anschließend wenden Teilnehmer*innen das erlernte Wissen in einer praxisrelevanten Aufgabe selbst an. Sie optimieren eine Produktionslinie, analysieren Potenziale zum Einsatz von Produktionstechnik (insbesondere Robotik) und setzen eine Lösung prototypisch um. Für diese Lösung werden Auswirkungen auf die Nachhaltigkeit mittels selbst zu wählender KPI bewertet. Neben der dadurch entwickelten Fachkompetenz erwerben die Teilnehmer*innen praktische Erfahrungen bezüglich Projektmanagement, Präsentationstechnik sowie Gruppenarbeit. Die Aufgaben behandeln in der Regel eines oder mehrere der folgenden Themen: • Grundlagen der Lean Production – Verschwendungsarten und Analyse-Methoden – Lean-Prinzipien und Gestaltungs-Methoden – Unterstützende Methoden, u.a. Arbeitsplatz-Ergonomie – Übergreifende Konzepte der Lean Production • Digitale Assistenzsysteme • Produktionsplanung und -steuerung • Produktionssystementwicklung • Ablaufsimulation • Robotertechnik • Wirkung der Lean Production auf die Nachhaltigkeit

	Waste must be continuously recognized and eliminated in companies. Garbage and scrap are avoided, costs are saved and ergonomics at the workplace are ensured. That raises the question of how engineers can recognize waste in product creation. What measures enable “lean” production? To what extent does lean production also promote sustainability in production? And what role does information technology play? These questions are addressed in the course using use cases from production and automation technology with reference to mechatronic products. An Industry 4.0 laboratory environment with machining production, 3D printing, robotics, material flow system and manual assembly line is available for this purpose. After an initial phase, students understand the practical basics of lean production, experience principles and methods in exercises and can explain them using their own examples. Subsequently, these basics are applied in a practical task. Participants optimize a production line, analyse the potential of using advanced production technology (especially robotics) and implement a prototypical solution. The effects on sustainability are evaluated for this solution using KPIs that you select yourself. In addition to the professional competence developed in this way, they gain practical experience with regard to project management, presentation techniques as well as group work and team skills. The tasks usually deal with one or more of the following topics: • Basics of lean production – Types of waste and analysis methods – Lean principles and design methods – Supporting methods, including workplace ergonomics – Comprehensive concepts of lean production • Digital assistance systems • Production planning and control • Production system development • Process simulation • Robotics • Impact of lean production on sustainability
5	**Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:** Die Studierenden lösen eine komplexe Aufgabenstellung aus dem Bereich der Produktions- und Automatisierungstechnik innerhalb einer Frist von zwei Wochen gemeinsam im Team. Sie vertiefen Fach- und Methodenwissen z. B. aus den Veranstaltungen „Digitale und Virtuelle Produktentstehung“ (M.104.7308) und wenden diese auf eine konkrete Problemstellung an. Dabei erfolgt die Umsetzung innerhalb einer Laborumgebung. Weiterhin eignen sich die Studierenden Schlüsselkompetenzen im Projektmanagement, der Teamarbeit sowie der Präsentationstechnik an. Sie nutzen diese Kompetenzen im „Projektlabor Künstliche Intelligenz in der Produktentstehung“ (M.104.7706) und vertiefen sie in Bezug auf komplexe Aufgabenstellungen aus dem Bereich der Produktionsplanung und -steuerung. The students solve a complex problem from the field of production and automation technology within two weeks, working together as a team. They extend technical and methodological knowledge, for instance, from the courses “Digital and Virtual Product Creation” (M.104.7308) and apply these to a specific production engineering problem. The implementation takes place within a laboratory environment. Furthermore, the students acquire key competences in project management, teamwork and presentation techniques. In a further seminar “Project lab Artificial Intelligence in Product Creation” (M.104.7706), they apply and deepen these competences for complex tasks from the field of production planning and control.

<table>
<tr><td>6</td><td>Prüfungsleistung:
☒Modulabschlussprüfung (MAP) □Modulprüfung (MP) □Modulteilprüfungen (MTP)
<table>
<tr><th>zu</th><th>Prüfungsform</th><th>Dauer bzw. Umfang</th><th>Gewichtung für die Modulnote</th></tr>
<tr><td>a)</td><td>schriftliche Hausarbeit mit Präsentation</td><td>10 bis 15 Seiten, 10 Minuten Präsentation</td><td>100%</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>7</td><td>Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:
keine / none</td></tr>
<tr><td>8</td><td>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:
Keine
None</td></tr>
<tr><td>9</td><td>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.</td></tr>
<tr><td>10</td><td>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).</td></tr>
<tr><td>11</td><td>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:
Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau V4</td></tr>
<tr><td>12</td><td>Modulbeauftragte/r:
Dr.-Ing. Jens Pottebaum</td></tr>
<tr><td>13</td><td>Sonstige Hinweise:
Keine
None</td></tr>
</table>

NEU25 Prozessdynamik und Prozessregelung

Process Dynamics and Process Control

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiens.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
M.104.8297	150	5	1.-4.	Sommersemester	1	de	P

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.104.31255 NEU25 Prozessdynamik und Prozessregelung	V2 Ü2	60	90	P	35

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

Keine

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

Empfohlen: Prozessdesign

4 **Inhalte:**

In der Lehrveranstaltung werden die Themen Prozessdynamik und Prozessregelung insbesondere für verfahrenstechnische Apparate und Prozesse vermittelt.

- Grundlagen der dynamischen Modellierung
- Numerik und Lösungsstrategien
- Charakteristiken von Prozessdynamik
- Step Response Analysis
- Regler und Reglertuning in der Verfahrenstechnik
- Regelstrategien
- Anwendungsbeispiele für dynamische Simulationen Die Vorlesung wird von einer Übung begleitet, in der die Studierenden das erlernte an gängiger Simulationssoftware (z. B. Aspen Custom Modeler und Aspen Dynamics sowie Python) praktisch umsetzen.

The course covers the topics of process dynamics and process control, particularly for chemical engineering equipment and processes.

- Fundamentals of dynamic modeling
- Numerics and solution strategies
- Characteristics of process dynamics
- Step Response Analysis
- Controllers and controller tuning in process engineering
- Control strategies
- Application examples for dynamic simulations The lecture is accompanied by an exercise in which students apply what they have learned to common simulation software (e. g. Aspen Custom Modeler und Aspen Dynamics as well as Python).

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

Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage

- die grundlegenden Unterschiede zwischen stationärer und dynamischer Modellierung und Simulation zu verstehen,
- dynamische Modellierungsprobleme zu implementieren und zu lösen,
- geeignete Regelstrategien abzuleiten und zu testen,
- die Regelstrategien in Bezug auf einen energie- und ressourceneffizienten Betrieb zu bewerten,
- die Ergebnisse dynamischer Simulationen zu analysieren und zu interpretieren.

After successfully completing the module, students will be able to

- understand the fundamental differences between steady-state and dynamic modeling and simulation,
- implement and solve dynamic modeling problems,
- derive and test suitable control strategies,
- evaluate the control strategies with regard to energy- and resource-efficient operation,
- analyze and interpret the results of dynamic simulations.

6 **Prüfungsleistung:**

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

zu	**Prüfungsform**	**Dauer bzw. Umfang**	**Gewichtung für die Modulnote**
a)	Mündliche Prüfung	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
12	**Modulbeauftragte/r:** Prof. Dr.-Ing. Julia Riese
13	**Sonstige Hinweise:** Keine None

NEU25 Regelungstechnik 2 (Ma CIW + IngInf)

Control Engineering 2

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiens.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
M.104.5251	150	5	1.-4.	Sommersemester	1	de	WP

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.104.52214 NEU25 Regelungstechnik 2	V2 Ü2	60	90	P	15

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

Keine

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

Keine

None

4 **Inhalte:**

- Zustandsraumbeschreibung dynamischer Systeme
- Methoden der Modellvereinfachung: Linearisierung um Referenztrajektorie, Padé-Approximation, Ortsdiskretisierung
- Steuerbarkeit und Beobachtbarkeit, Nullstellenbegriff bei Mehrgrößensystemen
- Modellordnungsreduktion
- 2-Freiheitsgrade-Regelung mit Zustandsrückführung und Vorsteuerung
- Entwurf von Zustandsregelungen
- Zustands- und Störbeobachter

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

Die Studierenden kennen die wichtigsten Konzepte und Methoden zur Beschreibung und Analyse linearer dynamischer Systeme im Zustandsraum und können diese an einfachen Beispielen rechnerisch anwenden. Weiter kennen die Teilnehmer mehrere Methoden zum Entwurf von Regelungen (einschl. Beobachtern) Zustandsraum und können diese gezielt rechnerisch sowie in einer gängigen Entwurfsumgebung auf einfache Aufgabenstellungen anwenden.

<table>
<tr><td>6</td><td>Prüfungsleistung:
☒Modulabschlussprüfung (MAP) □Modulprüfung (MP) □Modulteilprüfungen (MTP)
<table><tr><th>zu</th><th>Prüfungsform</th><th>Dauer bzw. Umfang</th><th>Gewichtung für die Modulnote</th></tr><tr><td>a)</td><td>Klausur oder mündliche Prüfung</td><td>90 - 120 Minuten oder 45 - 60 Minuten</td><td>100%</td></tr></table></td></tr>
<tr><td>7</td><td>Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:
keine / none</td></tr>
<tr><td>8</td><td>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:
Keine
None</td></tr>
<tr><td>9</td><td>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.</td></tr>
<tr><td>10</td><td>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).</td></tr>
<tr><td>11</td><td>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:
Masterstudiengang Nachhaltiger Maschinenbau V1</td></tr>
<tr><td>12</td><td>Modulbeauftragte/r:
Prof. Dr. Ansgar Trächtler</td></tr>
<tr><td>13</td><td>Sonstige Hinweise:
Keine
None</td></tr>
</table>

NEU 25 Rheologie (Master)							
Rheology							
Modulnummer:	**Workload (h):**	**LP:**	**Studiens.:**	**Turnus:**	**Dauer (in Sem.):**	**Sprache:**	**P/WP:**
M.140.2153	150	5	1.-3.	Wintersemester	1	de	WP

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	**Lehr-form**	**Kontakt-zeit (h)**	**Selbst-studium (h)**	**Status (P/WP)**	**Gruppen-größe (TN)**
a)	L.104.32251 Rheologie	V3, WS	45	60	P	90
b)	L.104.32451 Rheologie Praktikum	P1, WS	15	30	P	90

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

Keine

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

keine / none

4	**Inhalte:** *Inhalte der Lehrveranstaltung Rheologie:* Der Begriff Rheologie setzt sich aus dem griechischen “rheos”, Fließen, und “logos”, Lehre. Das Fachgebiet befasst sich mit Fließprozessen aller Art sowohl auf mikroskopischer als auch auf makroskopischer Ebene. Das grundlegende Ziel ist das Verständnis von Fließprozessen, um Vorhersagen treffen zu können und eine gezielte Manipulation möglich zu machen. Anwendungsmöglichkeiten finden sich beispielsweise in vielen industriellen und wissenschaftlichen Gebieten wie im Pharma- und Kosmetikbereich (z.B. Dosierung und Hautgefühl von Salben und Cremes), im Lebensmittelbereich (z.B. Stabilität von Bierschaum oder Mundgefühl), Kunststofftechnikbereich (z.B. Fließverhalten von Schmelzen), Im Bauingenieursbereich (z.B. Formfüllung von Betonen) oder beim allgmeinen Transport von Flüssigkeiten. In der Vorlesung werden nachfolgende Bereiche der Rheologie möglichst praxisnah vermittelt: • Grundlegende Beschreibungsmöglichkeiten des Rheologischen Verhaltens • Grundlegende Fließfunktionen zur mathematischen und physikalischen Beschreibung der rheologischen Eigenschaften in realen Fließsituationen • Entwicklung der allgemeinen Abhängigkeitsbeziehungen für rheologische Grundgrößen (z.B. Temperatur- und Druckfunktionen) • Rheologische Grundkörper zur Modellierung von Fließfunktionen (z.B. Newton-, Hook-, St.Venant- und Maxwellkörper) • Rotationsrheometrie (Koaxial- und Rotationssysteme) • Kapillarrheometrie (Niederdruck- und Hochdruckrheometrie) • Methoden zur Messung viskoelastischer Größen (Zeitabhängigkeit, Schwingungsrheometrie) • Einführung in die Dehnrheometrie • Suspensions- und Emulsionsrheologie • Rheologisches Verhalten von Kunststoffen • Standardmessmethoden in der Kunststofftechnik

Contents of the course Rheologie:
The term rheology is made up of the Greek “rheos”, meaning flow, and “logos”, meaning teaching. The field deals with flow processes of all kinds, both on a microscopic and macroscopic level. The fundamental aim is to understand flow processes in order to be able to make predictions and enable targeted manipulation. Possible applications can be found in many industrial and scientific fields such as in the pharmaceutical and cosmetics sector (e.g. dosage and skin feel of ointments and creams), in the food sector (e.g. stability of beer foam or mouth feel), plastics technology (e.g. flow behavior of melts), in civil engineering (e.g. mold filling of concretes) or in the general transport of liquids. The following areas of rheology are taught as practically as possible in the lecture:

- Basic description of rheological behavior
- Basic flow functions for the mathematical and physical description of rheological properties in real flow situations
- Development of general relationships for basic rheological variables (e.g. temperature and pressure functions)
- Basic rheological spring damper models for modeling flow functions (e.g. Newton, Hook, St. Venant and Maxwell)
- Rotational rheometry (coaxial and rotational systems)
- Capillary rheometry (low-pressure and high-pressure rheometry)
- Methods for measuring viscoelastic quantities (time dependence, oscillation rheometry)
- Introduction to extensional rheometry
- Suspension and emulsion rheology
- Rheological behavior of plastics
- Standard measurement methods in plastics technology

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

Die Studierenden sind in der Lage, Fließprozesse von reinen Materialien (z.B. Polymere) und Suspensionen zu beschreiben und die wichtigsten Einflussparameter zu identfizieren. Weiterhin kennen Sie Methoden, das Fließverhalten zu verändern und Wechselwirkungen vorherzusagen. Die Studierenden sind in der Lage, die Messverfahren Rotationsrheometrie und Kapillarrheometrie anzuwenden und die Ergebnisse zu interpretieren.

Students are able to describe flow processes of pure materials (e.g. polymers) and suspensions and identify the most important influencing parameters. Furthermore, they know methods to change the flow behavior and predict interactions. Students will be able to apply rotational rheometry and capillary rheometry measurement methods and interpret the results.

6 **Prüfungsleistung:**

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

zu	**Prüfungsform**	**Dauer bzw. Umfang**	**Gewichtung für die Modulnote**
a)	Klausur	120 Min.	75%
b)	Gesamtheit der Versuche		25%

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 Modulteilprüfungen (MTP) bestanden sind. The credit points are awarded after the module examinations (MTP) 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:** Masterstudiengang Nachhaltiger Maschinenbau V1
12	**Modulbeauftragte/r:** Dr.-Ing. Steffen Jesinghausen
13	**Sonstige Hinweise:** *Hinweise der Lehrveranstaltung Rheologie:* Literatur: Pahl, M.H.; Laun, H.M.; Gleißle, W.: Praktische Rheologie der Kunststoffe und Elastomere; VDI-Verlag, 1996 Mezger, T.: Das Rheologie Handbuch; Vincentz Network, Hannover, 2012 Coussot, P.: Rheophysics - Matter in all its States; Springer, Cham u.a., 2014 Schröder, Thomas: Rheologie der Kunststoffe, Hanser 2020 Tadros, Tharwat: Rheology of Dispersions, Wiley 2010 *Remarks of course Rheologie:* Literature: Pahl, M.H.; Laun, H.M.; Gleißle, W.: Praktische Rheologie der Kunststoffe und Elastomere; VDI-Verlag, 1996 Mezger, T.: Das Rheologie Handbuch; Vincentz Network, Hannover, 2012 Coussot, P.: Rheophysics - Matter in all its States; Springer, Cham u.a., 2014 Schröder, Thomas: Rheologie der Kunststoffe, Hanser 2020 Tadros, Tharwat: Rheology of Dispersions, Wiley 2010

NEU25 Robotersysteme und hydraulische Systeme in der Mechatronik							
Robotic Systems and Oil-Hydraulics							
Modulnummer:	**Workload (h):**	**LP:**	**Studiens.:**	**Turnus:**	**Dauer (in Sem.):**	**Sprache:**	**P/WP:**
M.104.8356	150	5	1.-4.	Wintersemester	1	de	WP

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	**Lehrform**	**Kontaktzeit (h)**	**Selbststudium (h)**	**Status (P/WP)**	**Gruppengröße (TN)**
a)	L.104.52237 NEU25 Robotersysteme	VÜ2	30	30	P	35
b)	L.104.52242 NEU25 Hydraulische Systeme in der Mechatronik	V2 Ü1	45	45	P	35

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

Keine

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

keine / none

4	**Inhalte:** Robotersysteme: • Einführung • Definition eines Industrieroboters und Begriffsbildung • Anwendungsfelder • Aufbau und Funktionsweise von Industrierobotern • Einteilung und Unterscheidung von Robotern • Komponenten und Teilsysteme eines Roboters • Bauformen von Industrierobotern • Roboterkinematik • Roboterkinematiken und deren spezifischen Einsatzgebiete • Koordinatensysteme, Koordinatentransformationen • Steuerungssysteme • Grundlegende Programmierweise von Industrierobotern • Grundlegende Funktionsweise des Steuerungssystems • Steuerungsarten, Einführung Robotersimulation • Aufbau einer Roboterzelle • Auslegung von Roboterzellen • Sicherheit im Umgang mit Industrierobotern • Funktion und Wirtschaftlichkeit • Einführung kollaborierender Betrieb Hydraulische Systeme in der Mechatronik: • Einführung in die Ölhydraulik • Druckflüssigkeiten • Hydraulische Komponenten zur Energieumformung • Hydraulische Komponenten zur Energie- und Leistungssteuerung • Hydraulische Komponenten zur Energieübertragung und Zubehör • Anwendungsbeispiele • Mechatronischer Entwurf hydraulischer Systeme • Mobilhydraulik
5	**Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:** Robotersysteme: Die Studierenden kennen die Grundlagen zur Robotik, d.h. Aufbau und Funktionsweise eines Robotersystems, und überblicken die Einsatzfelder von Industrierobotern. Sie verstehen die wesentlichen Roboterkinematiken aus dem industriellen Umfeld sowie deren kinematische Gleichungen zur Koordinatentransformation und können diese problemspezifisch einsetzen. Ferner haben sie Kenntnisse über die grundsätzlichen Steuerungs- und Programmierfunktionen von Industrierobotern und können damit einfache Praxisbeispiele lösen. Sie verstehen das Zusammenwirken von Steuerung und Aktorik sowie die kontrollierte Bewegung von Werkzeugen und Werkstücken und können dieses zur Auslegung von Industrierobotern und Roboterzellen anwenden. Hydraulische Systeme in der Mechatronik: Die Studierenden kennen die Grundlagen der Ölhydraulik, können hydraulische Aggregate modellieren und am Rechner analysieren und auslegen. Sie verfügen über ein ganzheitliches Verständnis heutiger hydraulischer Anlagen und Systeme einschließlich der Informationsverarbeitung und sind in der Lage, die erworbenen Kenntnisse und Vorgehensweisen auf spezifische Problemstellungen anzuwenden und diese erfolgreich zu lösen.

<table>
<tr><td>6</td><td>Prüfungsleistung:
☒Modulabschlussprüfung (MAP) □Modulprüfung (MP) □Modulteilprüfungen (MTP)
<table><tr><th>zu</th><th>Prüfungsform</th><th>Dauer bzw. Umfang</th><th>Gewichtung für die Modulnote</th></tr><tr><td>a) - b)</td><td>Mündliche Prüfung</td><td>45 - 60 Minuten</td><td>100%</td></tr></table></td></tr>
<tr><td>7</td><td>Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:
keine / none</td></tr>
<tr><td>8</td><td>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:
Keine
None</td></tr>
<tr><td>9</td><td>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.</td></tr>
<tr><td>10</td><td>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).</td></tr>
<tr><td>11</td><td>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:
Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau V4</td></tr>
<tr><td>12</td><td>Modulbeauftragte/r:
Dr.-Ing. Christian Henke, Prof. Dr. Ansgar Trächtler</td></tr>
<tr><td>13</td><td>Sonstige Hinweise:
Keine
None</td></tr>
</table>

NEU25 Schwingungsmessung und -Analyse

Vibration measurement and analysis

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiens.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
M.104.8357	150	5	1. - 4.	Wintersemester	1	de	WP

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.104.12247 NEU25 Schwingungsmessung und -analyse	V1 Ü3	60	90	P	35

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

Keine

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

Empfohlene Voraussetzungen für die Lehrveranstaltung sind Grundkenntnisse aus dem Bereich der Schwingungslehre, wie sie in den Vorlesungen des Bachelorstudiums Maschinenbau vermittelt werden.

Prerequisites for the course are basic knowledge from the field of vibration theory, as taught in the lectures of the bachelor's degree in mechanical engineering.

4 **Inhalte:**

Die rechnergestützte Messung und Analyse dynamischer Bauteileigenschaften spielen eine wichtige Rolle im modernen Produktentwicklungszyklus. Die experimentelle Modalanalyse ist eines der wichtigsten Messverfahren in diesem Bereich. Sie wird z. B. in der Luft- und Raumfahrttechnik aber auch im Automobilbau an vielen Stellen eingesetzt und stellt eine modale Beschreibung dynamischer Systemeigenschaften zur Verfügung. Diese wird aus gemessenen Übertragungsfunktionen (z. B. zwischen Kräften als Referenz oder Eingang in das System und Beschleunigungen als Antworten oder Ausgang des Systems) bestimmt. Die Veranstaltung vermittelt die theoretischen Grundlagen der experimentellen Modalanalyse. Es wird großer Wert auf die praktische Umsetzung gelegt. Mehrere Anwendungsbeispiele bieten Gelegenheit zur praktischen Anwendung des Verfahrens. Zusätzlich werden die Messgerbnisse mit Simulationsergebnissen verglichen.

	The computer-aided measurement and analysis of dynamic component properties play an important role in the modern product development cycle. The experimental modal analysis is one of the most important measurement methods in this area. It is used in aerospace engineering but also in automotive engineering in many places and provides a modal description of dynamic system properties. This is determined from measured transfer functions (e.g. between forces as reference or input to the system and accelerations as responses or output of the system). The course conveys the theoretical basics of experimental modal analysis. Great importance is attached to the practical implementation. Several application examples provide an opportunity for the practical application of the method.Additionally, the exerimental results will be compared to simulation results.
5	**Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:** Schwingungsmessung und -analyse: Die Studierenden verfügen über ein umfangreiches Grundlagenwissen der experimentellen Modalanalyse und können die theoretischen Hintergründe erläutern. Sie sind in der Lage, Schwingungsanalysen zu planen, vorzubereiten und durchzuführen. Sie sind mit der Nutzung der benötigten Soft- und Hardware vertraut, können Ergebnisse analysieren und interpretieren. Gleichermaßen sind Sie in der Lage, die Ergebnisse mit Simulationsergebnissen zu vergleichen. Vibration measurement and analysis: The students have extensive basic knowledge of experimental modal analysis and can explain the theoretical background. They are able to plan, prepare and carry out vibration analyses. They are familiar with the use of the required software and hardware and can analyze and interpret results. As well they are able to compare the results with simulation results.
6	**Prüfungsleistung:** ☒Modulabschlussprüfung (MAP) □Modulprüfung (MP) □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:** 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 Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau V4
12	**Modulbeauftragte/r:** Prof. Dr.-Ing. habil. Walter Sextro
13	**Sonstige Hinweise:** Keine None

NEU25 Sektorenkopplung und chemische Energiespeicher

Sector coupling and chemical energy storage

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiens.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
M.104.8358	150	5	1.-4.	Wintersemester	1	de	WP

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.104.31260 NEU25 Sektorenkopplung und chemische Energiespeicher	V2 Ü2	60	90	P	35

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

Keine

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

keine / none

4 **Inhalte:**

In der Lehrveranstaltung werden die Möglichkeiten und der Stand der Technik im Bereich der Sektorenkopplung und der chemischen Energiespeicherung mit besonderem Schwerpunkt auf die verfahrenstechnischen Aspekte vermittelt.

- Grundlagen der Sektorenkopplung
- Ausprägungen von Energiesystemen
- Grundlagen der Energiespeicherung
- Verfahren zur Herstellung von Wasserstoff
- Verfahren zur Isolierung von CO2
- Gasförmige chemische Energiespeicher
- Flüssige chemische Energiespeicher
- LOHCs und MOFs
- Integration von erneuerbarem Strom
- Integration von erneuerbarer Wärme Im Rahmen eines vorlesungsbegleitenden Projekts erarbeiten die Studierenden mit Hilfe von Fallstudien Bewertungskriterien für die Sektorenkopplung unter Verwendung chemischer Energiespeicher und unter besonderer Berücksichtigung von Nachhaltigkeitsaspekten.

The course teaches the possibilities and the state of the art in the field of sector coupling and chemical energy storage with a special focus on the process engineering aspects.

- Fundamentals of sector coupling
- Characteristics of energy systems
- Energy storage systems
- Processes to produce hydrogen
- Processes for isolating CO2
- Gaseous chemical energy storage systems
- Liquid chemical energy storage systems
- LOHCs and MOFs
- Integration of renewable electricity
- Integration of renewable heat As part of a project accompanying the lecture, students use case studies to develop evaluation criteria for sector couplingusing chemical energy storage systems and with particular consideration of sustainability aspects.

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

Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage

- zwischen den verschiedenen Möglichkeiten der Sektorenkopplung und Energiespeicherung zu differenzieren,
- die verschiedenen Möglichkeiten der chemischen Energiespeicher anhand technischer, ökologischer und wirtschaftlicher Kriterien zu bewerten,
- die notwendigen Elemente für eine nachhaltigen Sektorenkopplung aus verfahrenstechnischer Sicht zu kombinieren,
- komplexe, gekoppelte Systeme zu vergleichen und zu bewerten.

After successfully completing the module, students will be able to

- differentiate between the various options for sector coupling and energy storage,
- evaluate the various options for chemical energy storage on the basis of technical, ecological and economic criteria,
- design the necessary elements for sustainable sector coupling from a process engineering perspective,
- compare and evaluate complex, coupled systems.

6 **Prüfungsleistung:**

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

zu	**Prüfungsform**	**Dauer bzw. Umfang**	**Gewichtung für die Modulnote**
a)	Mündliche Prüfung	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:** Prof. Dr.-Ing. Julia Riese
13	**Sonstige Hinweise:** Keine None

NEU25 Sensorik und Aktorik (Ma IngInf)

Sensors and Actuators

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiens.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
M.104.5252	150	5	1.-4.	Wintersemester	1	de	WP

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.104.12241 NEU25 Sensorik und Aktorik	V2 Ü2	60	90	P	15

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

Keine

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

Keine

Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung NEU25 Sensorik und Aktorik:
Voraussetzungen für die Lehrveranstaltung sind Grundkenntnisse in Mathematik, Mechanik, Messtechnik und Elektrotechnik wie sie in den Vorlesungen des Maschinenbau-Grundstudiums vermittelt werden.

None

Prerequisites of course NEU25 Sensorik und Aktorik:
Prerequisites for the course are basic knowledge of mathematics, mechanics, measurement technology and electrical engineering as taught in the lectures of the mechanical engineering basic course.

4 **Inhalte:**

Zu Beginn der Lehrveranstaltung wird der Stellenwert sensorischer und aktorischer Komponenten im Maschinenbau diskutiert und anhand des funktionsorientierten Entwurfs mechatronischer Systeme vertiefend betrachtet. Dabei werden auch Aspekte der Nachhaltigkeit betrachtet wie z. B. Redundanz, die Möglichkeit der Austauschbarkeit einzelner Komponenten zu Reperaturzwecken, bis hin zu Methoden wie Selbstadaption oder Selbstheilung. Die Vorlesung vermittelt einen Überblick über die Methoden gängiger Messwertaufnahmeverfahren und Aktorik. Es wird eine Einführung in die einschlägigen Sensortechnologien gegeben. Die Vorlesung beinhaltet die Behandlung physikalischer Sensoren wie Temperatursensoren und daraus abgeleiteter Messverfahren, Druck- und Beschleunigungssensoren, Umfeldsensoren, optische Sensoren, chemische Sensoren und die elektronische Auswertung derselben. Darüber hinaus werden die wichtigsten in der Aktorik verwendeten Prinzipien bezüglich Klassifikation, Charakterisierung, Modellbildung und Ansteuerung anhand von praktischen Beispielen wie klassischen Elektromotoren, Tauchspulen-Aktoren und piezoelektrischen Aktoren vermittelt. Ein wesentlicher Bestandteil der Lehrveranstaltung ist die Erarbeitung der Wirkzusammenhänge und Komponenten eines mechatronischen Systems im Team sowie die Ergebnispräsentation in Form eines Gruppenvortrags. Zudem werden Kenntnisse hinsichtlich der praktischen Umsetzung anhand eines Beispielsystems vermittelt.

	At the beginning of the course, the importance of sensory and actuating components in mechanical engineering is discussed and examined in more detail using the function-oriented design of mechatronic systems. Aspects of sustainability are also considered, such as redundancy, the possibility of interchangeability of individual components for repair purposes, up to methods such as self-adaptation or self-healing. The lecture provides an overview of the methods of common measured value recording methods and actuators. An introduction to the relevant sensor technologies is given. The lecture includes the treatment of physical sensors such as temperature sensors and measurement methods derived from them, pressure and acceleration sensors, environmental sensors, optical sensors, chemical sensors and the electronic evaluation of the same. In addition, the most important principles used in actuators with regard to classification, characterization, modeling and control are taught using practical examples such as classic electric motors, moving coil actuators and piezoelectric actuators. An essential part of the course is the development of the causal relationships and components of a mechatronic system in a team as well as the presentation of the results in the form of a group lecture. In addition, knowledge of practical implementation is imparted using an example system.
5	**Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:** Die Studierenden erlangen grundlegende Kenntnisse über den Einsatz von Sensoren und Aktoren in mechatronischen Systemen sowie deren Bedeutung für die Entwicklung nachhaltiger Systeme. Sie haben sowohl einen Überblick über verschiedene Komponenten im Bereich der Sensorik und Aktorik als auch deren Einbindung in übergeordnete Gesamtsysteme. Darüber hinaus erlernen die Studierenden die praktische Umsetzung des Wissens anhand von Anwendungsbeispielen. Students acquire basic knowledge about the use of sensors and actuators in mechatronic systems as well as their importance for the development of sustainable systems. They have an overview of various components in the field of sensors and actuators as well as their integration into higher-level overall systems. In addition, students learn how to put this knowledge into practice using application examples.
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%

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:** Dr. Ing. Tobias Hemsel
13	**Sonstige Hinweise:** Keine None

NEU25 Sicherheitstechnik und -management							
Safety Engineering and Management							
Modulnummer:	**Workload (h):**	**LP:**	**Studiens.:**	**Turnus:**	**Dauer (in Sem.):**	**Sprache:**	**P/WP:**
M.104.8359	150	5	1.-4.	Wintersemester	1	de	WP

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	**Lehrform**	**Kontaktzeit (h)**	**Selbststudium (h)**	**Status (P/WP)**	**Gruppengröße (TN)**
a)	L.104.32274 NEU25 Sicherheitstechnik und -management	V2 Ü2	60	90	P	35

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

Keine

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

keine / none

4	**Inhalte:** Teil 1: Sicherheitsmanagement 1. Gefahrenfelder und Risikowahrnehmung in der gesellschaftlichen Entwicklung 2. Rechtliche und regulatorische Rahmenbedingungen 3. Schutzgüter im Sinne der Umweltgesetzgebung (Immissionsschutz-, Wasser- sowie Gefahrstoffrecht) 4. Organisation und Verantwortung für Anlagensicherheit und Umweltschutz in einem Unternehmen 5. Bedeutung der Unternehmenskultur 6. Arbeitsschutz, Gefährdungsbeurteilungen 7. Objektive Risikobewertung durch Ursachenanalyse und Methoden der Risiko- und Gefahrenanalyse, wie FMEA, PAAG 8. Faktor Mensch: Wissensmanagement, Management of Change 9. Krisenmanagement 10. Managementsysteme und deren Überprüfung 11. Säulen des Sicherheitsmanagements Teil 2: Verfahrenstechnische Methoden der Anlagen- und Prozess-Sicherheit 1. Sicherheitsbarrieren / inhärente Sicherheit 2. Baulicher Brandschutz 3. Explosionsschutz bei Gasen und Stäuben, Elektrostatik 4. Identifizierung von und Umgang mit thermisch instabilen Stoffen 5. Sicherheit chemischer Reaktionen 6. Absicherung mit PLT-Maßnahmen 7. Schutzmaßnahme Druckentlastung 8. Bewertung der Auswirkung von Energie- und Stofffreisetzungen
5	**Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:** Die Studierenden kennen die wesentlichen Aspekte des Sicherheitsmanagements und der Betreiberverantwortung am Beispiel eines chemischen Unternehmens. Sie wissen, welche rechtlichen Vorgaben insbesondere im Umweltrecht ein Unternehmen zu beachten hat. Sie haben einen Überblick über die Verantwortung des Anlagen-, Prozessbetreibers und Verständnis für die Organisation von Anlagen- und Arbeitssicherheit sowie Umweltschutz im Unternehmen. Sie haben dadurch ein Grundverständnis erhalten, dass bei Änderungen an Anlagen/Planung von Neuanlagen neben dem Schutz der Mitarbeiter auch die Auswirkungen auf die Schutzgüter der Umwelt wie Wasser, Boden, Luft zu berücksichtigen sind. Dazu gehört ebenfalls Energien und Einsatzstoffe möglichst effizient einzusetzen bzw. zu reduzieren, um einen nachhaltigen Anlagenbetrieb zu gewährleisten. Die Studierenden kennen eine strukturierte Handlungsweise, um Risiken möglichst objektiv zu bewerten und auf das notwendige Maß zu reduzieren. Dazu haben die Studierenden die wesentlichen Methoden und Vorgehensweisen zur sicheren Durchführung von verfahrenstechnischen Prozessen und zum sicheren Betrieb verfahrenstechnischer Anlagen kennengelernt, inklusive der zugehörigen Analysemethoden und Kontrollinstrumente wie Audits, um die Nachhaltigkeit der betrieblichen Maßnahmen zu prüfen. Zudem haben sie einen Überblick erhalten zu möglichen Maßnahmen für einen sicheren Betrieb einer Anlage mit besonderem Schwerpunkt auf Brand und Explosionsschutz.

6	**Prüfungsleistung:** ☒Modulabschlussprüfung (MAP) □Modulprüfung (MP) □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:** 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 Chemieingenieurwesen V3
12	**Modulbeauftragte/r:** Dr.-Ing. Stefan Rüsenberg, Kirsten Gratzfeld, Prof. Dr. Hans-Joachim Schmid
13	**Sonstige Hinweise:** Keine None

NEU25 Simulationsgestützte Auslegung von Trennapparaten

Simulation-based Design of Separators

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiens.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
M.104.8360	150	5	1.-4.	Sommersemester	1	de	WP

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.104.31270 NEU25 Simulationsgestützte Auslegung von Trennapparaten	V2 Ü2	60	90	P	35

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

Keine

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

Empfohlen: Thermischen Verfahrenstechnik 1, Thermische Verfahrenstechnik 2

4 **Inhalte:**

In der Lehrveranstaltung werden die Methoden der verfahrenstechnischen Modellierung und Simulation mit einem besonderen Schwerpunkt auf thermische Trennverfahren vermittelt.

- Grundlagen der Modellierung
- Aufbau verfahrenstechnischer Modelle
- Numerik und Lösungsverfahren
- Kontinuumsmodelle
- Stufenmodelle
- Rate-based Modellansätze
- Alternative Modelle in der Fluidverfahrenstechnik
- Anwendungsbeispiele In einer begleitenden Übung werden die Grundlagen von den Studierenden praktisch angewendet und der Umgang mit gängiger verfahrenstechnischer Simulationssoftware (z. B. Aspen Custom Modeler) demonstriert.

The course teaches the methods of process engineering modeling and simulation with a special focus on thermal separation processes.

- Basics of modeling
- Structure of process engineering models
- Numerics and solution methods
- Continuum models
- Equilibrium stage models
- Rate-based model approaches
- Alternative models in fluid process engineering
- Application examples In an accompanying exercise, students apply the basics in practice and demonstrate how to use common process engineering simulation software (e. g. Aspen Custom Modeler).

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

Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage

- Modelle zur Beschreibung verfahrenstechnischer Apparate zu analysieren,
- die Grenzen der Modelle in Bezug auf die Abstrahierung von Phänomenen zu ermitteln,
- eigene Modelle zur Beschreibung gängiger Unit Operations zu konstruieren und in geeignete Softwaretools zu integrieren,
- die Ergebnisse der Simulation zu interpretieren und zu bewerten.

After successfully completing the module, students will be able to

- analyze models for the description of process engineering equipment,
- evaluate the limits of the models with regard to the abstraction of phenomena,
- formulate their own models to describe common unit operations and integrate them into the software tool,
- interpret and evaluate the results of the simulation.

6 **Prüfungsleistung:**

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

zu	**Prüfungsform**	**Dauer bzw. Umfang**	**Gewichtung für die Modulnote**
a)	Mündliche Prüfung	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
12	**Modulbeauftragte/r:** Prof. Dr.-Ing. Julia Riese
13	**Sonstige Hinweise:** Keine None

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 **Inhalte:**

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.
Contents of the lecture:

- Introduction to programming with Python
- Software design and algorithmic fundamentals
- Application scenarios
- Data organization, analysis, and storage
- IT security

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

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.

<table>
<tr><td>6</td><td>Prüfungsleistung:
☒Modulabschlussprüfung (MAP) □Modulprüfung (MP) □Modulteilprüfungen (MTP)
<table>
<tr><th>zu</th><th>Prüfungsform</th><th>Dauer bzw. Umfang</th><th>Gewichtung für die Modulnote</th></tr>
<tr><td>a)</td><td>Klausur oder mündliche Prüfung</td><td>90 - 120 Minuten oder 45 - 60 Minuten</td><td>100%</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>7</td><td>Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:
keine / none</td></tr>
<tr><td>8</td><td>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:
Keine
None</td></tr>
<tr><td>9</td><td>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.</td></tr>
<tr><td>10</td><td>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).</td></tr>
<tr><td>11</td><td>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:
Masterstudiengang Additive Manufacturing V1, Masterstudiengang Additive Manufacturing V1 (englisch), Masterstudiengang Nachhaltiger Maschinenbau V1, Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau V4</td></tr>
<tr><td>12</td><td>Modulbeauftragte/r:
Prof. Dr. Iryna Mozgova</td></tr>
<tr><td>13</td><td>Sonstige Hinweise:
Keine
None</td></tr>
</table>

NEU25 Systems Engineering							
Systems Engineering							
Modulnummer:	**Workload (h):**	**LP:**	**Studiens.:**	**Turnus:**	**Dauer (in Sem.):**	**Sprache:**	**P/WP:**
M.104.8362	150	5	1.-4.	Wintersemester	1	de	WP

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	**Lehrform**	**Kontaktzeit (h)**	**Selbststudium (h)**	**Status (P/WP)**	**Gruppengröße (TN)**
a)	L.104.51271 NEU25 Systems Engineering	V2 Ü2	60	90	P	35

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

Keine

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

keine / none

4	**Inhalte:** Ingenieure arbeiten in der Produktentwicklung zunehmend interdisziplinär, um die Anforderungen an komplexe technische Produkte zu analysieren und in nachhaltige technische Spezifikationen umzusetzen. Dabei sind nicht nur die geforderten Eigenschaften zukünftiger Produkte, sondern auch Aspekte wie Ressourcenschonung, Energieeffizienz und Umweltverträglichkeit sowie die zur Verfügung stehenden Produktionstechnologien zu berücksichtigen. Lebenszyklusorientierte Entwicklung und Systemdenken – grundlegende Ansätze im Sinne einer nachhaltigen Produktentwicklung – sind zentrale Bestandteile des Systems Engineering, einer interdisziplinären Methodik für die Entwicklung komplexer technischer Systeme. Im Rahmen der Veranstaltung werden Grundlagen zur Anwendung und Umsetzung dieser Prinzipien vermittelt. Die erlernten Inhalte zur modellbasierten Systementwicklung werden in der Übung anhand eines Modellierungstools wie z.B. Cameo Systems Modeler angewendet und vertieft, mit besonderem Augenmerk auf eine nachhaltige Implementierung. Die praktische Anwendung der erlernten Inhalte trägt dazu bei, zukünftige Ingenieure auf eine umweltbewusste und nachhaltige Industrie vorzubereiten. Inhalte: • Einführung in Systems Engineering • Voraussetzung für die industrielle Umsetzung • Model-based Systems Engineering – SysML, UML • Kernelement Systemdenken – System- und Lebenszykluskomplexität • Kernelement Entwicklungsmethodik – Systeme sachlogisch vernetzt entwickeln • Technische Prozesse – Requirements Engineering • Technische Prozesse – System Architecture • Technische Prozesse – System Design • Technische Prozesse – System Integration, Verification and Validation • Technische Management Prozesse und Eigenschaftsprozesse • Organisatorische Projektunterstützungsprozesse • Kernelement Systems Engineer • Beitrag von Systems Engineering für die Nachhaltigkeit • Der Praxistransfer – Systems Engineering einführen

	Engineers are increasingly working on an interdisciplinary basis in product creation in order to analyse the requirements for complex technical products and translate them into sustainable technical specifications. Not only the required properties of future products, but also aspects such as resource conservation, energy efficiency and environmental compatibility as well as the available production technologies must be taken into account. Life cycle-orientated development and systems thinking - fundamental approaches in terms of sustainable product creation - are central components of systems engineering, an interdisciplinary methodology for the development of complex technical systems. The course teaches the basics of applying and implementing these principles. The content learned on model-based system development is applied and deepened in the exercise using a modelling tool such as Cameo Systems Modeler, with a particular focus on sustainable implementation. The practical application of the content learnt helps to prepare future engineers for an environmentally conscious and sustainable industry. Content: • Introduction to Systems Engineering • Prerequisite for industrial implementation • Model-based systems engineering – SysML, UML • Core element systems thinking - System and life cycle complexity • Core element development methodology - developing systems in a logically networked way • Technical processes - requirements engineering • Technical processes - system architecture • Technical processes - system design • Technical processes - system Integration, Verification and Validation • Technical management processes and property processes • Organizational project support processes • Core element Systems Engineer • Contribution of systems engineering to sustainability • Practical transfer - introducing systems engineering
5	**Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:** Die Studierenden geben einen Überblick über das Vorgehen zur Entwicklung nachhaltiger komplexer und umfangreicher Systeme. Die Teilnehmer*innen wenden Methoden zur Systemmodellierung und die Grundregeln der interdisziplinären Zusammenarbeit unter Berücksichtigung umweltgerechter Ansätze an. Sie weisen damit Problemanalysefähigkeit und Leistungsfähigkeit nach und wenden Kenntnisse aus fachlichen und methodischen Grundlagen auch im Hinblick auf ökologische und ressourcenschonende Entwicklungen zielkonform an. Dabei kombiniert die Veranstaltung SE technische und organisatorische Aspekte eines Entwicklungsprojekts und vermittelt anhand eines Prozessrahmenwerks das Vorgehen sowie dessen individuelle Anpassung zur Entwicklung kreislauffähiger Systeme. Students gain an overview of the procedure for developing sustainable, complex, and extensive systems. Students apply methods for system modeling and the basic rules of interdisciplinary cooperation, taking into account environmentally friendly approaches. They demonstrate their ability to analyze problems and their performance and apply knowledge from technical and methodological principles in a target-oriented manner, also concerning ecological and resource-saving developments. The SE course combines technical and organizational aspects of a development project and uses a process framework to teach the procedure and its individual adaptation for the development of circular systems.

<table>
<tr><td>6</td><td>Prüfungsleistung:
☒Modulabschlussprüfung (MAP) □Modulprüfung (MP) □Modulteilprüfungen (MTP)
<table>
<tr><th>zu</th><th>Prüfungsform</th><th>Dauer bzw. Umfang</th><th>Gewichtung für die Modulnote</th></tr>
<tr><td>a)</td><td>Klausur oder mündliche Prüfung</td><td>90 - 120 Minuten oder 45 - 60 Minuten</td><td>100%</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>7</td><td>Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:
keine / none</td></tr>
<tr><td>8</td><td>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:
Keine
None</td></tr>
<tr><td>9</td><td>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.</td></tr>
<tr><td>10</td><td>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).</td></tr>
<tr><td>11</td><td>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:
Masterstudiengang Chemieingenieurwesen V3, Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau V4</td></tr>
<tr><td>12</td><td>Modulbeauftragte/r:
Prof. Dr. Iris Gräßler</td></tr>
<tr><td>13</td><td>Sonstige Hinweise:
Keine
None</td></tr>
</table>

NEU25 Technische Aspekte von Rissbildung und Bruch

Technical aspects of crack initiation and fracture

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiens.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
M.104.8363	150	5	1.-4.	Wintersemester	1	de	WP

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.104.23231 NEU25 Technische Aspekte von Rissbildung und Bruch	V2 Ü2	60	90	P	35

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

Keine

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

Empfohlen werden die Vorlesungen Werkstoffkunde 1 und 2

4 **Inhalte:**

Die durch zyklisch wechselnde Belastungen hervorgerufene Werkstoffschädigung begrenzt inzwischen bei vielen technischen Konstruktionen die nutzbare Lebensdauer. Grundkenntnisse der Rissbildung in technischen Werkstoffen und die Erkennbarkeit / Detektion von Rissen sind daher für den sicheren Betrieb technischer Konstruktionen unerlässlich. In der Vorlesung werden verschiedene Detektionsmöglichkeiten von Rissen vorgestellt, die Unterschiede und Eignung der Verfahren für verschiedene Rissarten gegenübergestellt und diskutiert. Es wird ein grundlegendes Verständnis für die Mechanismen, die zu Rissbildung und -ausbreitung führen, geschaffen. Die Übertragung der an Laborproben erarbeiteten Grundlagen auf reale Bauteile wird anhand von Schadensfällen vorgestellt. Die Vorlesung gliedert sich nach folgenden Schwerpunkten:

- unterschiedliche Rissprüfverfahren,
- Thermographie,
- Ultraschallprüfung,
- Röntgen / Computertomographie,
- Wirbelstromprüfung / Barkhausenrauschen,
- systematische Analyse von Schadensfällen,
- Bruchmechanismen.

5	**Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:** Die Studierenden können Verbindungen zwischen der Struktur und den Eigenschaften verschiedenster Werkstoffe herstellen und daraus entsprechende Verwendungsmöglichkeiten ableiten. Sie können werkstoffkundliche Vorgänge erläutern und Berechnungen zur Gewinnung von Werkstoffkennwerten durchführen. Sie sind in der Lage, geeignete Prüfverfahren zur gezielten Charakterisierung von Werkstoffen und deren Kennwerten vorzuschlagen und zu erläutern. Sie können Umgebungseinflüsse auf das Verhalten von Werkstoffen abschätzen und gezielt Maßnahmen zur Vermeidung von Schäden vorschlagen. Sie können unter Anleitung eigenständig einfachere Werkstoffprüfungen durchführen und sind in der Lage, die an Laborproben erarbeiteten Grundlagen auf reale Bauteile zu übertragen sowie Grenzen für den Einsatz extrem belasteter Werkstoffe richtig abzuschätzen.
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%

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 Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau V4
12	**Modulbeauftragte/r:** Prof. Dr. Mirko Schaper
13	**Sonstige Hinweise:** Keine None

NEU25 Tolerierungsstrategien

tolerancing strategies

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiens.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
M.104.8364	150	5	1.-4.	Wintersemester	1	de	WP

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.104.14226 NEU25 Tolerierungsstrategien	V2 Ü2	60	90	P	35

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

Keine

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

Empfohlene Voraussetzung: Grundlagen der Tolerierung
Empfohlen: Technische Darstellung, Grundkenntnisse in Maschinenelemente, Bauteilberechnung und -gestaltung

Prerequisite: Fundamentals of tolerancing
Recommended: Technical representation, basic knowledge of machine elements, component calculation and design.

4 **Inhalte:**

In der Veranstaltung werden neben einer kurzen Einführung zum Basiswissen und Vorgehensweisen zur Tolerierung, praktische Zusammenhänge von Maß-, Form- und Lagetoleranzen sowie Oberflächenabweichungen und auch das Thema Toleranzverknüpfungen unter Beachtung der statistischen Tolerierung und der Materialverknüpfungen detailliert betrachtet. Ein Fokus liegt hierbei auf die strategische Festlegung von geometrischen Toleranzen, um durch angemessene Toleranz- und Oberflächenfestlegungen nachhaltige Ressourcennutzung und Produktqualität zu erreichen. Zudem werden innerhalb der Vorlesung grundlegende Begrifflichkeiten im Bereich der allgemeinen Messtechnik erläutert. Die explizite Koordinatenmesstechnik zur Aufnahme von geometrischen Abweichungen wird in Bezug auf Messgeräte, Planung und Durchführung von Messungen verdeutlicht. Die vermittelten Inhalte werden in Praktika durch die eigenständige Bedienung einer Koordinatenmessmaschine vertieft. Der theoretische und praktische Einblick in die Koordinatenmesstechnik steigert das Bewusstsein der Studierende für Nachhaltigkeitsaspekte durch eine präzise Qualitätssicherung, was Materialabfälle, Nachbearbeitungen und Energieverbräuche reduziert. Die Thematik der toleranzgerechten Produktgestaltung wird durch Beispiele, Leitregeln und Hinweisen zu den methodischen Vorgehensweisen unterstützt und ein enger Praxisbezug durch fertigungs- und messtechnische Praktika sowie einer Industrieexkursion gewonnen.

In addition to a brief introduction to the basic knowledge and procedures for tolerancing, the course will look in detail at practical correlations between dimensional, form and location tolerances and surface deviations, as well as the topic of tolerance links, considering statistical tolerancing and material linkage. One focus here is on the strategic definition of geometric tolerances in order to achieve sustainable resource utilization and product quality through appropriate tolerance and surface specifications. The lecture explains basic terminology in the field of general metrology. Explicit coordinate measuring technology for recording geometric deviations is explained with regard to measuring devices, planning and carrying out measurements. The content taught is deepened in practical courses through the independent operation of a coordinate measuring machine. The theoretical and practical insight into coordinate measuring technology increases students' awareness of sustainability aspects through precise quality assurance, which reduces material waste, reworking and energy consumption. The topic of tolerance-compliant product design is supported by examples, guidelines and information on methodological procedures, and a close practical relevance is gained through manufacturing and metrological practical and an industrial excursion.

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

Die Studierenden sind in der Lage durch die erlernten Vorgehensweisen zur Tolerierung systematisch und schrittweise Maß-, Form- und Lagetoleranzen sowie Oberflächenangaben in der geometrischen Produktspezifikation und Verifikation (GPS) zu interpretieren und anzuwenden. Toleranzverknüpfungen in Maßketten können mit Fokus auf die statistischen Auswirkungen und der Maximum- und Minimum-Material-Bedingung gedeutet und erarbeitet werden. Die Studierende kennen die grundlegenden Messabläufe und können die auf Zeichnungen eingetragenen Toleranz- und Oberflächenwerte mithilfe geeigneter Messstrategien effizienter und nachhaltiger planen und optimieren. Einfache Messaufgaben können Studierende eigenständig ausführen. Einen engen Praxisbezug hat der Studierende durch Beispiele, Leitregeln und Hinweisen zu den methodischen Vorgehensweisen, durch die fertigungs- und messtechnischen Praktika sowie eine themenorientiere Exkursion in die Industrie gewonnen.

Students are able to interpret and apply dimensional, form and location tolerances as well as surface specifications in geometrical product specification and verification (GPS) and step-by-step using the tolerancing procedures they have learnt. Tolerance linkage in dimensional chains can be interpreted and worked out with a focus on the statistical effects and the maximum and minimum material condition. Students will understand the basic measuring processes and will be able to plan and optimize measuring strategies more efficiently and sustainably, depending on the tolerance and surface values entered on drawings. The student has gained a close practical orientation through examples, guidelines and information on methodological procedures as well as through the production and metrological practical and a topic-orientated excursion to industry.

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%

<table>
<tr><td>7</td><td>Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:
<table>
<tr><th>zu</th><th>Form</th><th>Dauer bzw. Umfang</th><th>SL / QT</th></tr>
<tr><td>a)</td><td>schriftliche Ausarbeitung</td><td>5-10 Seiten</td><td>SL</td></tr>
</table>
Voraussetzung für die Teilnahme an der Prüfung ist die Ausarbeitung des Praktikums und praxisbezogenen Aufgaben. Der Nachweis der Ausarbeitung wird erteilt, wenn 3 von 4 der Aufgaben bestanden wurden.</td></tr>
<tr><td>8</td><td>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:
Bestehen der Studienleistung.</td></tr>
<tr><td>9</td><td>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.</td></tr>
<tr><td>10</td><td>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).</td></tr>
<tr><td>11</td><td>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:
Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau V4</td></tr>
<tr><td>12</td><td>Modulbeauftragte/r:
Dr.-Ing. Vera Denzer</td></tr>
<tr><td>13</td><td>Sonstige Hinweise:
Literatur:
W. Jorden; W. Schütte: Form- und Lagetoleranzen
A. Weckenmann: Koordinatenmesstechnik: Flexible Strategien für funktions- und fertigungsgerechtes Prüfen
Literature:
W. Jorden; W. Schütte: Form- und Lagetoleranzen
A. Weckenmann: Koordinatenmesstechnik: Flexible Strategien für funktions- und fertigungsgerechtes Prüfen</td></tr>
</table>

NEU25 Verbrennung und Redox-Prozesse

Combustion and Redox Processes

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiens.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
M.104.8365	150	5	1.-4.	Sommersemester	1	de	WP

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.104.33240 NEU25 Verbrennung und Redox-Prozesse	V2 Ü2	60	90	P	35

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

Keine

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

Empfohlen: Thermodynamik 1 und Thermodynamik 2

4 **Inhalte:**

Verbrennungsprozesse sind Hochtemperaturreaktionsvorgänge, die in zahlreichen technischen Prozessen Verwendung finden, beispielsweise im Kontext der Energiewandlung und der Materialsynthese. Die Vorlesung behandelt folgende Grundlagen von Verbrennungsprozessen und stellt experimentelle und theoretische Methoden zur Verbrennungsanalyse vor: chemische Thermodynamik und Kinetik, Radikalreaktionen und Reaktionsmechanismen, allgemeine Flammenerscheinungen und verbrennungstechnische Kenngrößen wie Flammengeschwindigkeit und Zündgrenzen, theoretische Beschreibung von reaktiven Strömungen, Flammhemmung. An verschiedenen Beispielen realer Verbrennungsprozesse werden aktuelle Probleme von Verbrennungsprozessen, z.B. CO2-Vermeidung, alternative Brennstoffe, Auswirkungen der H2-Verbrennung diskutiert.

Combustion processes are high-temperature reaction processes that are used in numerous technical processes, for example in the context of energy conversion and material synthesis. The lecture deals with the following fundamentals of combustion processes and presents experimental and theoretical methods for combustion analysis: chemical thermodynamics and kinetics, radical reactions and reaction mechanisms, general flame phenomena and combustion-related parameters such as flame speed and ignition limits, theoretical description of reactive flows, flame retardation. Current problems of combustion processes, e.g. CO2 avoidance, alternative fuels, effects of H2 combustion are discussed using various examples of real combustion processes.

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

Die Studierenden sind in der Lage die thermodynamischen und kinetischen Aspekte von Gasphasenreaktionen bei hohen Temperaturen zu erklären und zu bewerten und diese in einem technischen Zusammenhang zu übertragen.

Students are able to explain and evaluate the thermodynamic and kinetic aspects of gas phase reactions at high temperatures and to transfer these into a technical context.

<table>
<tr><td>6</td><td>Prüfungsleistung:
☒Modulabschlussprüfung (MAP) □Modulprüfung (MP) □Modulteilprüfungen (MTP)
<table><tr><th>zu</th><th>Prüfungsform</th><th>Dauer bzw. Umfang</th><th>Gewichtung für die Modulnote</th></tr><tr><td>a)</td><td>Mündliche Prüfung</td><td>45 - 60 Minuten</td><td>100%</td></tr></table></td></tr>
<tr><td>7</td><td>Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:
keine / none</td></tr>
<tr><td>8</td><td>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:
Keine
None</td></tr>
<tr><td>9</td><td>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.</td></tr>
<tr><td>10</td><td>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).</td></tr>
<tr><td>11</td><td>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:
Masterstudiengang Nachhaltiger Maschinenbau V1</td></tr>
<tr><td>12</td><td>Modulbeauftragte/r:
Prof. Dr. Tina Kasper</td></tr>
<tr><td>13</td><td>Sonstige Hinweise:
Keine
None</td></tr>
</table>

NEU25 Verfahrenstechnische Apparate und Maschinen

Equipment Design

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiens.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
M.104.8366	150	5	1.-4.	Sommersemester	1	de	WP

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.104.31267 NEU25 Verfahrenstechnische Apparate und Maschinen	V2 Ü2	60	90	P	35

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

Keine

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

keine / none

4 **Inhalte:**

In der Lehrveranstaltung werden die folgenden Inhalte besprochen:

- Grundlagen
- Konstruktion
- Werkstoffe
- Dichtungen
- Maschinenrichtlinie CE
- Atex
- Apparate und Maschinen
- Wärmeübertrager
- Trockner
- Mischer
- Zentrifugen
- Betrieb eines Apparates, einer Maschine
- Instrumentierung , P&I D
- An- und Abfahren
- Automatisierung:
  - Funktionsbeschreibung
  - grafische Darstellung, z.B. Visio In einer begleitenden Übung wenden die Studierenden die vermittelten Inhalte praktisch an.

The course covers the following content:

- Fundamentals
- Construction
- Materials
- Seals
- Machinery directive CE
- ATEX
- Equipment and Machinery
- Heat exchangers
- Dryers
- Mixers
- Centrifuges
- Operation of equipment, machinery
- Instrumentation, P&ID (Piping and Instrumentation Diagram)
- Start-up and shutdown procedures
- Automation:
  - Functional description
  - Graphic representation, e.g., Visio In an accompanying exercise, students apply the conveyed content in a practical context.

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

Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können Studierende

- unterschiedliche verfahrenstechnische Apparate einordnen und kennen deren wesentliche Elemente
- Effizienz und Einsatzgebiete der Apparate bewerten
- verfahrenstechnische Apparate und Maschinen konstruieren und berechnen.

After successfully completing the module, students will be able to

- classify various process engineering apparatuses and understand their essential elements
- evaluate the efficiency and application areas of the apparatuses
- design and calculate process engineering apparatuses and machines.

6 **Prüfungsleistung:**

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

zu	**Prüfungsform**	**Dauer bzw. Umfang**	**Gewichtung für die Modulnote**
a)	Mündliche Prüfung	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. Harald Reinach, Prof. Dr.-Ing. Julia Riese
13	**Sonstige Hinweise:** Keine None

NEU25 Werkstoffmechanik der Kunststoffe

Mechanical behavior of polymers

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiens.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
M.104.8368	150	5	1.-4.	Wintersemester	1	de	WP

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.104.42235 NEU25 Werkstoffmechanik der Kunststoffe	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.

- 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

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.

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

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.

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.

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%

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:** Prof. Dr.-Ing. Elmar Moritzer
13	**Sonstige Hinweise:** Keine None

NEU25 Werkzeuge der Kunststoffverarbeitung							
Tooling technology for plastic processing							
Modulnummer:	**Workload (h):**	**LP:**	**Studiens.:**	**Turnus:**	**Dauer (in Sem.):**	**Sprache:**	**P/WP:**
M.104.8369	150	5	1.-4.	Sommersemester	1	de	WP

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	**Lehrform**	**Kontaktzeit (h)**	**Selbststudium (h)**	**Status (P/WP)**	**Gruppengröße (TN)**
a)	L.104.42291 NEU25 Werkzeuge der Kunststoffverarbeitung	V2 Ü2	60	90	P	35

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

Keine

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

keine / none

4	**Inhalte:** In dieser Vorlesung werden die Grundlagen zur Auslegung und zur Konzeptionierung von Extrusions- und Spritzgießwerkzeugen behandelt und die Vor- bzw. Nachteile unterschiedlicher Werkzeugkonzepte gegenübergestellt. Ein an das Produkt angepasstes Werkzeugdesign bietet die Möglichkeit, recyclingfähige Kunststoffprodukte herzustellen. Nach einem Recycling am Ende des Produktlebenszyklus kann, im Sinne der Nachhaltigkeit, das Rezyklat in neuen hochwertigen Produkten eingesetzt werden und so die endlichen Ressourcen im Wertstoffkreislauf erhalten bleiben. Inhalt der Vorlesung: • Stoffdaten • Einfache isotherme Strömungen • Nichtisotherme Strömungen • Extrusionswerkzeuge • Werkzeuge mit kreisförmigen Austrittsquerschnitt • Werkzeuge mit kreisringspaltförmigen Querschnitt • Werkzeuge mit ebenem schlitzförmigem Austrittsquerschnitt • Werkzeuge mit beliebigem Austrittsquerschnitt • Spritzgießwerkzeuge • Düsensysteme • Angussstysteme • Werkzeugbauarten • Füllbildsimulation

This course covers the basics of designing and conceptualising extrusion and injection moulding tools and compares the advantages and disadvantages of different tool concepts. A mould design adapted to the product offers the possibility of manufacturing recyclable plastic products. After recycling at the end of the product life cycle, the recyclate can be used in new high-quality products in the interests of sustainability, thus preserving finite resources in the material cycle. Lecture content:

- Material data
- Simple isothermal flows
- Non-isothermal flows
- Extrusion tools
- Moulds with circular outlet cross-section
- Dies with circular annular gap-shaped cross-section
- Dies with flat slit-shaped outlet cross-section
- Moulds with any outlet cross-section
- Injection moulds
- Nozzle systems
- Sprue systems
- Mould designs
- Filling pattern simulation

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

Den Studierenden werden in dieser Veranstaltung Grundlagen zur Auslegung und zur Konzeptionierung von Extrusions- und Spritzgießwerkzeugen vermittelt. Der Schwerpunkt liegt dabei zunächst im Bereich der mathematischen Beschreibung von Fließprozessen. Aufbauend darauf werden die unterschiedlichen Werkzeugkonzepte behandelt. Eine zentrale Stellung nimmt hierbei die Gestaltung des Fließkanals ein. Die Ableitung der zuvor vermittelten Grundgleichungen erlaubt anschließend die Abschätzung der zur rheologischen Auslegung notwendigen Größen. Außerdem findet die Diskussion unterschiedlicher Werkzeugkonzepte einen breiten Raum.

In this course, students are taught the basics of designing and conceptualising extrusion and injection moulding dies. The initial focus is on the mathematical description of flow processes. Building on this, the different mould concepts are discussed. The design of the flow channel plays a central role here. The derivation of the previously taught basic equations then allows the variables required for rheological design to be estimated. In addition, different mould concepts are also discussed.

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%

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 Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau V4
12	**Modulbeauftragte/r:** Dr.-Ing. Jutta Jungemann, Prof. Dr.-Ing. Elmar Moritzer
13	**Sonstige Hinweise:** Keine None

4 Technische Wahlpflichtmodule

Es können alle Basismodule und vertiefungsrichtungsabhängigen Module auch als Technische Wahlpflichtmodule belegt werden, solange diese nicht bereits innerhalb einer Vertiefungsrichtung belegt wurden. Nachfolgend sind nur die Modulbeschreibungen der zusätzlichen Technischen Wahlpflichtmodule aufgeführt, die nicht schon in den vorherigen Kapiteln aufgeführt wurden. 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-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:** Dieses Modul bietet eine umfassende Einführung in die maschinen- und prozessseitige 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. 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 Wertschöpfungskletten 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.

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%

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 Additive Manufacturing V1, Masterstudiengang Additive Manufacturing V1 (englisch), Masterstudiengang Nachhaltiger Maschinenbau V1, Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau V4
12	**Modulbeauftragte/r:** Prof. Dr. Thomas Tröster
13	**Sonstige Hinweise:** Keine None

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:**

- Einleitung und Anwendungsbeispiele
- Grundlagen keramischer Werkstoffe
- 3D-Druck von Keramiken
- Nachbearbeitung

- Introduction and application examples
- Fundamentals of ceramic materials
- 3D printing of ceramics
- Post-processing

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

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 kermische Massen im Vorfeld des 3D-Drucks aufbereitetn und nach dem Prozess nachbearbeitet werden müssen.

	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.
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%

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 Additive Manufacturing V1 (englisch), Masterstudiengang Chemieingenieurwesen V3, Masterstudiengang Nachhaltiger Maschinenbau V1, Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau V4
12	**Modulbeauftragte/r:** Prof. Dr. Mirko Schaper
13	**Sonstige Hinweise:** Keine None

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	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:**

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:

- 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

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%

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 Additive Manufacturing V1, Masterstudiengang Additive Manufacturing V1 (englisch), Masterstudiengang Chemieingenieurwesen V3, Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau V4
12	**Modulbeauftragte/r:** Prof. Dr. Iris Gräßler
13	**Sonstige Hinweise:** Keine None

Algorithmische Entwicklung und Design Automation

Algorithmic Engineering and Design Automation

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiens.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
M.104.8716	150	5	1.-4.	Sommersemester	1	de	WP

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.104.11285 Algorithmische Entwicklung und Design Automation	V2 S2	60	90	P	30

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

Keine

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

Keine

None

4 **Inhalte:**

Motivation/Hintergrund: Die Produktentwicklung steht heute vor mehreren Herausforderungen: Bauteile und Produkte werden komplexer, es entstehen immer mehr Varianten, Entwicklungszeiten werden kürzer – und gleichzeitig wächst der Anspruch, nachhaltigere und ressourcenschonendere Lösungen zu entwickeln. Viele Aufgaben im Entwicklungsalltag sind zudem repetitiv und binden Zeit, die eigentlich für kreative und nachhaltige Ideenfindung gebraucht wird. Methoden der algorithmischen Entwicklung und Design Automation unterstützen dabei, solche wiederkehrenden Tätigkeiten zu automatisieren und Entwicklungswissen gezielter zu nutzen. Gleichzeitig ermöglichen generative und KI-gestützte Ansätze, neue Lösungsräume zu erkunden, die im klassischen, manuellen Vorgehen leicht übersehen werden. So entsteht mehr Raum für bewusste Entscheidungen, kreative Konzepte und nachhaltige Produktstrategien. Das Modul vermittelt die Grundlagen und Werkzeuge, um solche automatisierten und explorativen Entwicklungsprozesse aufzubauen, praktisch anzuwenden und kritisch zu bewerten. Inhalte der Lehrveranstaltung Algorithmische Entwicklung und Design Automation:

- Grundlagen algorithmischer Produktentwicklung
- Wissensrepräsentation in der Konstruktion
- Knowledge-Based Engineering
- Generatives Design
- Aufbau automatisierter Entwicklungsumgebungen
- Ausgewählte KI-gestützte Methoden für die Produktentwicklung
- Fallstudien und Projektierung als Gruppe

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

Die Studierenden ...

- verstehen grundlegende Methoden der algorithmischen, generativen und wissensbasierten Produktentwicklung.
- sind in der Lage, robuste parametrische Modelle zu erstellen und Parameter automatisiert zu verändern.
- können eigene Entwicklungsumgebungen oder Workflows konzipieren und prototypisch implementieren.
- bewerten Variantenbildung, generative Methoden und automatische Modellmanipulation kritisch.
- kennen ausgewählte KI-Methoden (z. B. LLMs) und setzen diese unterstützend in Entwicklungsprozessen ein.

The students ...

- understand fundamental methods of algorithmic, generative, and knowledge-based product development.
- create robust parametric models and automatically modify parameters.
- conceptualise their own design environments or workflows and implement prototypes.
- critically evaluate variant generation, generative methods and automatic model manipulation.
- are familiar with selected AI methods (e.g. LLMs) and use them to support development processes.

6 **Prüfungsleistung:**

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

zu	**Prüfungsform**	**Dauer bzw. Umfang**	**Gewichtung für die Modulnote**
a)	Hausarbeit inkl. Präsentation	15-30 Seiten / 30 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 Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau V4
12	**Modulbeauftragte/r:** Dr.-Ing. Osman Altun
13	**Sonstige Hinweise:** Die Übungen/Seminaranteile werden in Absprache blockweise abgehalten. The assignments should be held in blocks by mutual agreement

NEU25 Biomechanik in der technischen Orthopädie

Biomechanics in technical orthopaedics

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiens.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
M.104.8701	150	5	2.-4.	Wintersemester	1	de	WP

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.104.13268 NEU25 Biomechanik in der Technischen Orthopädie	V2 Ü2	60	90	P	35

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

keine / none

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

keine / none

4 **Inhalte:**

Gesundheit und Wohlergehen ist eines der 17 Nachhaltigkeitsziele der Weltgemeinschaft verabschiedet mit der Agenda 2030. Hierbei spielt der menschliche Bewegungsapparat, mit dem sich die Orthopädie im Allgemeinen beschäftigt, eine wesentliche Rolle. Die Vorlesung “Biomechanik in der Technischen Orthopädie” befasst sich mit den wesentlichen Grundlagen der Technischen Orthopädie. Insbesondere werden folgende Inhalte diskutiert:

- Prinzipien der Technischen Orthopädie in Diagnostik und Patientenversorgung
- Diagnostiktechniken: Blauabdruck, Pedobarographie, Posturographie, Scan-Verfahren und weitere
- Orthetik und Prothetik (Hilfsmittelversorgung)
- Amputationen und Rehabilitation mit Bezug zur technisch-orthopädischen Hilfsmittelversorgung
- Versorgungsbeispiele mit Patientendemonstration (z. B. Diabetisches Fußsyndrom, Charcot-Arthropathie, Arthrose, Hallux rigidus und weitere)

	Health and well-being is one of the 17 Sustainable Development Goals adopted by the global community with the 2030 Agenda. In this context, the human musculoskeletal system, with which orthopaedics in general is concerned, plays an important role. The lecture “Biomechanics in Technical Orthopaedics” deals with the basic principles of technical orthopaedics. In particular, the following contents are discussed: • Principles of technical orthopaedics in diagnostics and patient care • Diagnostic techniques: Blueprint, pedobarography, posturography, scanning procedures and others • Orthotics and prosthetics (provision of aids) • Amputations and rehabilitation with reference to the provision of technical orthopaedic aids • Examples of care with patient demonstrations (e.g. diabetic foot syndrome, Charcot arthropathy, osteoarthritis, hallux rigidus and others)
5	**Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:** Mit den Inhalten der Lehrveranstaltung „Biomechanik in der Technischen Orthopädie“ sind die Studierenden in der Lage. . . • das Nachhaltigkeitsziel Gesundheit und Wohlergehen zu verfolgen • die Versorgungsprinzipien der Technischen Orthopädie in Bezug zur Anatomie, Physiologie und Pathophysiologie auf verschiedene Erkrankungen des Bewegungsapparates des Menschen anzuwenden • mechanische Prinzipien auf die Physiologie und Pathologie des Bewegungsapparates des Menschen anzuwenden und diese Kenntnisse auf die technisch-orthopädische Versorgung zu transferieren • mit der Kenntnis einer entsprechenden Diagnostik für spezielle Erkrankungen des Bewegungsapparates Messverfahren, Werkstoffe und Fertigungsverfahren auszuwählen, um technisch orthopädische Hilfsmittel zu bewerten oder zu entwickeln. With the contents of the course “Biomechanics in Technical Orthopaedics”, students are able. . . • to pursue the Sustainable Development Goal health and well-being • to apply the treatment principles of technical orthopaedics in relation to anatomy, physiology and pathophysiology to various diseases of the human musculoskeletal system • to apply mechanical principles to the physiology and pathology of the human musculoskeletal system and to transfer this knowledge to technical orthopaedic care • to select measuring methods, materials and manufacturing processes with the knowledge of appropriate diagnostics for special diseases of the musculoskeletal system in order to evaluate or develop technical orthopaedic aids.

<table>
<tr><td>6</td><td>Prüfungsleistung:
☒Modulabschlussprüfung (MAP) □Modulprüfung (MP) □Modulteilprüfungen (MTP)
<table>
<tr><th>zu</th><th>Prüfungsform</th><th>Dauer bzw. Umfang</th><th>Gewichtung für die Modulnote</th></tr>
<tr><td>a)</td><td>Klausur oder mündliche Prüfung</td><td>90 - 120 Minuten oder 45 - 60 Minuten</td><td>100%</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>7</td><td>Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:
keine / none</td></tr>
<tr><td>8</td><td>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:
Keine
None</td></tr>
<tr><td>9</td><td>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.</td></tr>
<tr><td>10</td><td>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).</td></tr>
<tr><td>11</td><td>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:
Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau V4</td></tr>
<tr><td>12</td><td>Modulbeauftragte/r:
Prof. Dr.-Ing. Gunter Kullmer</td></tr>
<tr><td>13</td><td>Sonstige Hinweise:
Keine
None</td></tr>
</table>

chemPLANT

chemPLANT

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiens.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
M.104.8715	150	5	1.-4.	Sommersemester	1	de	WP

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.104.32676 chemPLANT	S4	60	90	P	

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

Keine

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

Keine

None

4 **Inhalte:**

Im Rahmen des chemPLANT-Wettbewerbs erhalten Studierende die Möglichkeit, ihr theoretisches Wissen und Können auf dem breiten Spektrum der Verfahrenstechnik an einer praktischen Aufgabe (Anlagen-konzeptionierung / Prozessplanung) unter Beweis zu stellen. Die Aufgabe wird von einem Konsortium aus Industrieunternehmen gestellt. Mögliche Themenfelder sind:

- Digitalisierung und Industrie 4.0
- Prozessplanung und Konzeptionierung neuer Anlagen
- Nachhaltigkeit in der chemischen Industrie Hierfür sind Kreativität und ingenieurwissenschaftliches Denken gefragt, um innovative Lösungsansätze zu finden. Die Bearbeitung findet in einem Zeitraum von etwa 3 Monaten in einem Team aus 3 bis 5 Studierenden statt. Die Studierenden organisieren ihre Arbeit selbstständig und berichten mindestens alle 2 Wochen über ihre Fortschritte beim jeweiligen Betreuer. Der Betreuer dient als Ansprechpartner und Koordinator, nimmt jedoch nicht an der Erarbeitung der Lösungsansätze und Auswahl des verfolgten Konzeptes teil. Die Teilnahme beinhaltet die Einreichung von Konzeptberichten und der Präsentation der Ergebnisse auf einer Fachtagung. Sofern ein Team die Endrunde auf einer Fachtagung nicht erreicht, erfolgt eine fakultätsöffentliche Präsentation. Die Bewertung der ausgearbeiteten Lösung richtet sich nach fachlicher Korrektheit, Kreativität, Berücksichtigung ökologischer und ökonomischer Aspekte, und Stil und Sprache der schriftl. Ausarbeitung.

5 Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:

Die Studierenden sind in der Lage, die in den Lehrveranstaltungen erworbenen Kenntnisse anzuwenden, um eine praxisnahe Aufgabenstellung aus der Anlagenkonzeptionierung bzw. Prozessplanung im Team zu bearbeiten. Sie vertiefen ihre Kenntnisse auf dem Gebiet der Verfahrenstechnik und können darauf basierend innovative Lösungsansätze entwerfen. Darüber hinaus können sich die Studierenden selbstständig organisieren, Konflikte während des Arbeitsprozesses lösen und ihre Ergebnisse einem Fachpublikum vorstellen.

6 Prüfungsleistung:

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

zu	**Prüfungsform**	**Dauer bzw. Umfang**	**Gewichtung für die Modulnote**
a)	Referat	30-45 Minuten	100%

7 Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:

zu	**Form**	**Dauer bzw. Umfang**	**SL / QT**
a)	Bericht	5-10 DIN A4 Seiten	SL

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 und die Studienleistung nachgewiesen ist.

The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed and the academic achievement was achieved.

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

12 Modulbeauftragte/r:

Prof. Dr. Hans-Joachim Schmid

13 Sonstige Hinweise:

Termine, Fristen & Regelwerk sind abrufbar unter: www.vdi.de/tg-fachgesellschaften/vdi-gesellschaft-verfahrenstechnik-und-chemieingenieurwesen/chemplant

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	V2 Ü2	60	90	P	35

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

Keine

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

Empfohlen: Design Rules for Additive Manufacturing

4 **Inhalte:**

In der Vorlesung werden Methoden zur konstruktiven Entwicklung von AM-Bauteilen vorgestellt und erläutert. Die Vorlesung gibt Einblicke in sinnvolle Software-Werkezuge, 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:

- 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.

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:

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

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.

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.

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%

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 Additive Manufacturing V1 (englisch), Masterstudiengang Chemieingenieurwesen V3, Masterstudiengang Nachhaltiger Maschinenbau V1, Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau V4
12	**Modulbeauftragte/r:** Prof. Dr. Balázs Magyar
13	**Sonstige Hinweise:** Keine None

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	V2 Ü2	60	90	P	40

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

Keine

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

keine / none

4 **Inhalte:**

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:

- 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), Selctive Laser Sintering (SLS) und Fused Deposition Modeling (FDM).

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:

- 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), Selctive Laser Sintering (SLS) and Fused Deposition Modelling (FDM).

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

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.

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.

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%

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 Additive Manufacturing V1 (englisch), Masterstudiengang Chemieingenieurwesen V3, Masterstudiengang Nachhaltiger Maschinenbau V1, Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau V4
12	**Modulbeauftragte/r:** Prof. Dr. Balázs Magyar
13	**Sonstige Hinweise:** Keine None

Gefahrenabwehr und Havariemanagement

Danger Prevention and Disaster Management

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiens.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
M.104.8713	150	5	1.-4.	Sommersemester	1	de	WP

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.104.11266 Gefahrenabwehr und Havariemanagement	V2 Ü2	60	90	P	20-40

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

Keine

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

Keine

None

4 **Inhalte:**

- Das System der nicht-polizeilichen Gefahrenabwehr
- Beteiligte Einrichtungen/Institutionen
- Beispielbetrachtung “Feuerwehr” (Organisation, gesetzliche Grundlagen)
- Führung: Feuerwehr-Dienstvorschrift 100, Kommunikation, Human Factors, Stabsarbeit, Übung und Planbesprechung
- Fallanalyse für kritische Infrastrukturen, z.B. Strom, Großveranstaltungen, Verkehrseinrichtungen
- Internationaler Kontext

- The System of Non-Police Hazard Prevention
- Involved Facilities/Institutions
- Case Study “Fire Department” (Organization, Legal Foundations)
- Leadership: Fire Department Service Regulation 100, Communication, Human Factors, Staff Work, Exercises and Planning Meetings
- Case Analysis for Critical Infrastructures, e.g., Power, Major Events, Traffic Facilities
- International Context

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

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

zu	**Prüfungsform**	**Dauer bzw. Umfang**	**Gewichtung für die Modulnote**
a)	mündliche Prüfung	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 Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau V4
12	**Modulbeauftragte/r:** Dr.-Ing. Andreas Maximilian Schultz, Prof. Dr. Iryna Mozgova
13	**Sonstige Hinweise:** Die Vorlesung wird durch eine Exkursion zu einer Feuerwehr ergänzt, um den Studierenden einen Einblick in die praktischen Gegebenheiten der zivilen Gefahrenabwehr zu vermitteln.

NEU25 Grundlagen der Tribologie

Fundamentals of Tribology

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiens.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
M.104.8703	150	5	2.-4.	Sommersemester	1	de	WP

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.104.14253 NEU25 Grundlagen der Tribologie	V3 Ü1	60	90	WP	35

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

Keine

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

Empfohlen: Grundkenntnisse in Maschinenelemente, Technischer Mechanik, Werkstoffkunde, Strömungslehre und Mathematik.

Recommended: Basic knowledge of machine elements, engineering mechanics, materials science, fluid mechanics and mathematics.

4 **Inhalte:**

Die Lehrveranstaltung vermittelt Grundkenntnisse zur Analyse und Bewertung des tribologischen Verhaltens von Maschinenelementen. Dabei werden folgende Inhalte besprochen:

- Geschichte der Tribologie: Die Entwicklung der Tribologie sowie deren interdisziplinärer Charakter wird erläutert.
- Tribologische Systeme: Die Grundlagen der tribologischen Systemanalyse werden vermittelt.
- Bauteiloberfläche: Der Aufbau der Bauteiloberfläche, deren analytischen und geometrischen Vermessung, sowie die zwei- und dreidimensionale Rauheitskennwerte und deren funktionalen Bedeutung wird beschrieben.
- Tribologische Beanspruchung: Die Grundlagen der Kontaktmechanik sowie der Reibungs- und Verschleißvorgängen werden vorgestellt. Weiterhin werden die daraus resultierenden typischen Schadensfälle und deren Vermeidung erörtert.
- Schmierstoffe: Es wird einen Überblick zu den grundlegenden Eigenschaften von flüssigen, pastösen und festen Schmierstoffen gegeben. Ferner werden die Grundlagen der Schmierstoffauswahl vermittelt. Dies beinhaltet die Berücksichtigung von Verträglichkeit, Herstellungsprozess, Schmierungseigenschaften sowie biologische Abbaubarkeit.
- Schmierungszustände: Die Besonderheiten der hydrodynamischen, der elasto-hydrodynamischen und der thermo-elasto-hydrodynamischen Schmierungstheorien werden besprochen. Zusätzlich werden einfache Berechnungsmethoden vorgestellt, die eine optimale Auslegung hinsichtlich Funktionalität sowie Energieeffizienz ermöglichen.

The course provides basic knowledge for the analysis and evaluation of the tribological behavior of machine elements. The following contents are discussed:

- History of tribology: the development of tribology as well as its interdisciplinary character will be explained.
- Tribological systems: The fundamentals of tribological system analysis are taught.
- Component surface: The structure of the component surface, its analytical and geometric measurement, as well as the two- and three-dimensional roughness parameters and their functional significance are described.
- Tribological stress: The basics of contact mechanics as well as friction and wear processes are presented. Furthermore, the resulting typical cases of damage and their prevention are discussed.
- Lubricants: An overview of the basic properties of liquid, pasty and solid lubricants is given. The basics of lubricant selection are also explained. This includes consideration of compatibility, manufacturing process, lubrication properties and biodegradability.
- Lubrication conditions: The special features of hydrodynamic, elasto-hydrodynamic and thermo-elasto-hydrodynamic lubrication theories are discussed. In addition, simple calculation methods are presented that enable an optimal design in terms of functionality and energy efficiency.

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

Die Studierenden kennen den Aufbau des tribologischen Systems, die wesentlichen Oberflächen-Parameter und deren Bestimmung. Sie können Kontakt-, Bewegung-, Reibungs-, Schmierungs- und Verschleißarten mit ihren typischen Eigenschaften beschreiben und sie voneinander unterscheiden. Weiterhin kennen sie die wesentlichen Eigenschaften von Schmierstoffen und können die unterschiedliche Schmierungszustände beschreiben. Die Studierende sind in der Lage ein beliebiges tribologisches System anhand des Erlernten zu analysieren, die lokale tribologische Beanspruchung anhand von Näherungsgleichungen abzuschätzen, darauf basierend mögliche Versagensarten zu identifizieren und Abhilfemaßnahmen herzuleiten. Weiterhin sind sie in der Lage, die Reibung zu reduzieren und damit zur Wirkungsgradverbesserung beizutragen.

The students know the structure of the tribological system, the essential surface parameters and their determination. They will be able to describe types of contact, movement, friction, lubrication and wear with their typical properties and differentiate between them. Furthermore, they know the essential properties of lubricants and can describe the different lubrication conditions. Students will be able to analyze any tribological system based on what they have learned, estimate the local tribological load using approximate equations, identify possible types of failure based on this and derive contra measures. They are also able to reduce friction and thus contribute to improving efficiency.

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%

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 Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau V4
12	**Modulbeauftragte/r:** Prof. Dr. Balázs Magyar
13	**Sonstige Hinweise:** Literatur: • G. W. Stachowiak, A. W. Batchelor: Engineering Tribology, Butterworth-Heinemann, 2014. • M. Torbacke, Å. K. Rudolphi, E. Kassfeldt: Lubricants: Introduction to Properties and Performance, Wiley, 2014. • H. Czichos, K.-H. Habig: Tribologie-Handbuch, Springer, 2020. • K. Sommer, R. Heinz , J. Schöfer: Verschleiß metallischer Werkstoffe, Springer, 2018. • GfT Arbeitsblatt 7 – Tribologie Definitionen, Begriffe, Prüfung, 2002. Literature: • G. W. Stachowiak, A. W. Batchelor: Engineering Tribology, Butterworth-Heinemann, 2014. • M. Torbacke, Å. K. Rudolphi, E. Kassfeldt: Lubricants: Introduction to Properties and Performance, Wiley, 2014. • H. Czichos, K.-H. Habig: Tribologie-Handbuch, Springer, 2020. • K. Sommer, R. Heinz , J. Schöfer: Verschleiß metallischer Werkstoffe, Springer, 2018. • GfT Arbeitsblatt 7 – Tribologie Definitionen, Begriffe, Prüfung, 2002.

NEU25 Industrienahe Forschungsthemen

Industry-related research topics

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiens.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
M.104.8704	150	5	2.-4.	Sommer- / Wintersemester	1	de	WP

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.104.25656 NEU25 Industrienahe Forschungsthemen	P4	60	90	WP	35

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

Keine

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

keine / none

4 **Inhalte:**

Die Inhalte der Veranstaltungen bilden Themenstellungen aus der Industrie ab. Je nach Teilnehmerzahl werden unterschiedliche Aufgabenstellungen zur Bearbeitung angeboten. Sowohl die Entwicklung innovativer Produkte, als auch konstruktive Ausarbeitungen oder auch die Fertigung von nachhaltigen Leichtbauteilen können Bestandteile des Laborprojekts sein. Ferner sind für den Entwicklungsprozess die ökonomischen wie auch die ökologischen und sozialen Randbedingungen zu berücksichtigen. Themen wie die Optimierung von Material- und Energieeinsatz, die Entwicklung ressourcenschonender Fertigungsverfahren und die Kreislaufwirtschaft in der Produktentwicklung können behandelt werden. Die Studierenden erhalten die Möglichkeit, nachhaltige Lösungen zu konzipieren, die sowohl den industriellen Anforderungen als auch den Zielen des Umweltschutzes gerecht werden.

The content of the course is based on topics and challenges faced by the industry. Depending on the number of participants, different tasks are offered for you to work on. The development of innovative products, design engineering or production of sustainable lightweight components can be part of the laboratory project. Furthermore, economic and ecological requirements for the development process must be taken into account. Topics such as the optimisation of material and energy use, the development of resource-saving manufacturing processes and the circular economy in product development can be addressed. Students are given the opportunity to design sustainable solutions that fulfil both industrial requirements and environmental protection goals.

5	**Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:** Die Studierenden sind in der Lage praxisrelevante Aufgabenstellungen im Kontext der Ingenieurswissenschaften selbstständig zu bearbeiten. Sie können sich dabei in einer vorgegebenen Zeit in neue Themenbereiche einarbeiten, Lösungsansätze kreieren und diese in Diskussions- und Präsentationsrunden vorstellen. Im Rahmen der Lehrveranstaltung wird eine Verbindung zwischen Theorie und Praxis hergestellt und die Studierenden werden auf das Berufsleben als Ingenieur*in vorbereitet, insbesondere in Hinblick auf die Entwicklung nachhaltiger Produkte und Prozesse. Zudem stärken sie ihre Fähigkeiten, interdisziplinär zu arbeiten und innovative Lösungen für eine nachhaltige Industrie zu entwickeln. The students are able to work independently on real-life engineering tasks. They are able to familiarize themselves with new topics, create and implement sustainable solutions and present the results in discussion and presentation rounds within a given period of time. The course establishes a link between theory and practice and prepares students for professional life as an engineer, particularly with regard to the development of sustainable products and processes. They also strengthen their ability to work in an interdisciplinary manner and develop innovative solutions for a sustainable industry.
6	**Prüfungsleistung:** ☒Modulabschlussprüfung (MAP) □Modulprüfung (MP) □Modulteilprüfungen (MTP)

zu	**Prüfungsform**	**Dauer bzw. Umfang**	**Gewichtung für die Modulnote**
a)	Referat	20 - 30 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 Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau V4
12	**Modulbeauftragte/r:** Prof. Dr. Thomas Tröster
13	**Sonstige Hinweise:** Keine

	None

Industrienahe Nachhaltigkeitsthemen

Industry-related sustainability topics

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiens.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
M.104.8712	150	5	1.-4.	Sommersemester	1	de	WP

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.104.61664 Industrienahe Nachhaltigkeitsthemen (2025)	S4	60	90	P	8

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

Keine

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

Keine

None

4 **Inhalte:**

Die semestervariablen Inhalte der Veranstaltungen bilden Themenstellungen aus der Industrie ab. Spezifische Überthemen können z. B. sein: Carbon Capture, Anbindung der Fabrik der Zukunft an die Smart City, thermische Energieversorgung von Prozessen und Gebäuden, Anwendung einer neuartigen digitalen Technologie für mehr Ressourcen- und Energieeffizienz, Verbesserung der Kreislauffähigkeit eines Produktionsprozesses oder eines Produkts

The semester-variable content of the courses reflects topics from industry. Specific overarching topics can be, for example: carbon capture, connecting the factory of the future to the smart city, thermal energy supply for processes and buildings, application of a new type of digital technology for greater resource and energy efficiency, improving the recyclability of a production process or product.

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

Die Studierenden setzen sich mit einem spezifischen Forschungsthema zur Förderung der industriellen Nachhaltigkeit auseinander. Unter fachlicher Betreuung entwickeln sie durch Analyse und Forschung innovative, praxisorientierte Lösungen.

Students deal with a specific research topic to promote industrial sustainability. Under expert supervision, they develop innovative, practice-oriented solutions through analysis and research.

<table>
<tr><td>6</td><td>Prüfungsleistung:
□Modulabschlussprüfung (MAP) □Modulprüfung (MP) ⊠Modulteilprüfungen (MTP)
<table>
<tr><th>zu</th><th>Prüfungsform</th><th>Dauer bzw. Umfang</th><th>Gewichtung für die Modulnote</th></tr>
<tr><td>a)</td><td>schriftliche Hausarbeit (Einzelarbeit) sowie Projektarbeit (Gruppenarbeit)</td><td>15-30 Seiten sowie Dokumentation und Präsentation (30 Minuten)</td><td>40%/60%</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>7</td><td>Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:
keine / none</td></tr>
<tr><td>8</td><td>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:
Keine
None</td></tr>
<tr><td>9</td><td>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten:
Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulteilprüfungen (MTP) bestanden ist.
The credit points are awarded after the module examinations (MTP) were passed.</td></tr>
<tr><td>10</td><td>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).</td></tr>
<tr><td>11</td><td>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:
Masterstudiengang Chemieingenieurwesen V3, Masterstudiengang Nachhaltiger Maschinenbau V1</td></tr>
<tr><td>12</td><td>Modulbeauftragte/r:
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Alexander Schlüter</td></tr>
<tr><td>13</td><td>Sonstige Hinweise:
Die Bearbeitung findet in einem knappen, vorgegebenen Zeitraum statt. Wann dieser ist bzw. sein kann, wird in der Auftaktveranstaltung besprochen.
Processing takes place within a short, specified period of time. When this is or can be will be discussed at the kick-off event.</td></tr>
</table>

Informationsmanagement für Public Safety & Security

Information Management for Public Safety and Security

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiens.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
M.104.8714	150	5	1.-4.	Sommersemester	1	de	WP

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.104.11261 Informationsmanagement für Public Safety & Security	V2 Ü2	60	90	P	20-40

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

Keine

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

Keine

None

4 **Inhalte:**

- Einsatzführung und Aufgaben der Feuerwehr
- Inter- und intraorganisationale Organisationen
- Einsatzplanung
- Personalmanagement
- Kommunikationstechniken und Arten der Kommunikation
- Bestehende IT-Systeme in der zivilen Sicherheit
- Klassifizierung von IT-Systemen

- Incident Command and Tasks of the Fire Department
- Inter- and Intra-organizational Organizations
- Incident Planning
- Personnel Management
- Communication Techniques and Types of Communication
- Existing IT Systems in Civil Security
- Classification of IT Systems

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

<table>
<tr><td>6</td><td>Prüfungsleistung:
☒Modulabschlussprüfung (MAP) □Modulprüfung (MP) □Modulteilprüfungen (MTP)
<table>
<tr><th>zu</th><th>Prüfungsform</th><th>Dauer bzw. Umfang</th><th>Gewichtung für die Modulnote</th></tr>
<tr><td>a)</td><td>Mündliche Prüfung</td><td>45-60 Minuten</td><td>100%</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>7</td><td>Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:
keine / none</td></tr>
<tr><td>8</td><td>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:
Keine
None</td></tr>
<tr><td>9</td><td>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.</td></tr>
<tr><td>10</td><td>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).</td></tr>
<tr><td>11</td><td>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:
Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau V4</td></tr>
<tr><td>12</td><td>Modulbeauftragte/r:
Dr.-Ing. Andreas Maximilian Schultz, Prof. Dr. Iryna Mozgova</td></tr>
<tr><td>13</td><td>Sonstige Hinweise:</td></tr>
</table>

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:**

- 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.

<table>
<tr><td>6</td><td>Prüfungsleistung:
☒Modulabschlussprüfung (MAP) □Modulprüfung (MP) □Modulteilprüfungen (MTP)
<table>
<tr><th>zu</th><th>Prüfungsform</th><th>Dauer bzw. Umfang</th><th>Gewichtung für die Modulnote</th></tr>
<tr><td>a)</td><td>Klausur oder mündliche Prüfung</td><td>90 - 120 Minuten oder 45 - 60 Minuten</td><td>100%</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>7</td><td>Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:
keine / none</td></tr>
<tr><td>8</td><td>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:
Keine
None</td></tr>
<tr><td>9</td><td>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.</td></tr>
<tr><td>10</td><td>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).</td></tr>
<tr><td>11</td><td>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:
Masterstudiengang Additive Manufacturing V1 (englisch), Masterstudiengang Chemieingenieurwesen V3, Masterstudiengang Nachhaltiger Maschinenbau V1, Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau V4</td></tr>
<tr><td>12</td><td>Modulbeauftragte/r:
Prof. Dr. Mirko Schaper</td></tr>
<tr><td>13</td><td>Sonstige Hinweise:
Keine
None</td></tr>
</table>

NEU25 Modern Steels and Steelmaking

Modern Steel and Steelmaking

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiens.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
M.104.8705	150	5	1.-4.	Wintersemester	1	en	WP

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.104.23271 NEU25 Modern Steels and Steelmaking	V2 Ü2	60	90	P	35

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

Keine

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

Empfohlen werden die Vorlesungen “Werkstoffkunde 1”, “Werkstoffkunde 2” und “Aufbau technischer Werkstoffe”

4 **Inhalte:**

In der Vorlesung werden die ganzheitliche Prozesskette moderner Stahlherstellung, die technologischen Methoden für eine gezielte Veränderung der Stahleigenschaften sowie einige Beispiele verschiedener Legierungskonzepte moderner Stahlwerkstoffe behandelt. Die Studierenden erhalten ein besseres Verständnis für die Zusammenhänge zwischen der chemischen Zusammensetzung und den Verarbeitungsschritten auf die Mikrostruktur von Stahlwerkstoffen sowie den daraus resultierenden Eigenschaften. Folgende Schwerpunkte werden innerhalb der Veranstaltung in Betracht gezogen:

- Grundlagen der Stahlentwicklung
- Einteilung und Nomenklatur der Stähle
- Stahlherstellung
- Strangguss- und Bandgussverfahren
- Walzen und thermomechanische Behandlung
- Rohrproduktion
- Wärmebehandlung der Stähle
- Besonderheiten der Eigenschaftseinstellung unterschiedlicher Stahlsorten

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

Die Studierenden lernen grundlegende Kenntnisse über die Herstellungs- und Verarbeitungsmethoden von Stahlwerkstoffen bzw. deren Einflüsse auf die Halbzeug- und Bauteileigenschaften. Außerdem werden die grundlegenden Mechanismen der Beeinflussung von Werkstoffen durch Legierungselemente und eine thermomechanische Behandlung vermittelt. Dies ermöglicht den Teilnehmern auch die Auswahl der optimalen Legierungen und Technologien für den konkreten Anwendungsfall.

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%

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 Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau V4
12	**Modulbeauftragte/r:** Doktor nauk (NMetAU) Olexandr Grydin, Prof. Dr. Mirko Schaper
13	**Sonstige Hinweise:** Keine None

NEU25 Numerische Tribologie

Numerical methods in Tribology

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiens.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
M.104.8706	150	5	2.-4.	Wintersemester	1	de	WP

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.104.14255 NEU25 Numerische Tribologie	V3 Ü1	60	90	WP	35

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

Keine

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

Empfohlen: Grundlagen der Tribologie, Grundkenntnisse in Maschinenelemente, Technischer Mechanik, Werkstoffkunde, Strömungslehre und Mathematik

Recommended: Fundamentals of Tribology, basic knowlege of machine elements, engineering mechanics, materials science, fluid mechanics and mathematics.

4	**Inhalte:** In der Vorlesung wird den Studierenden am Beispiel eines Radialgleitlagers aufgezeigt, wie ein Berechnungsprogram für elasto-hydrodynamische Schmierung erstellt werden kann. Dabei werden folgende Inhalte vermittelt: • Herleitung der Reynolds-Gleichung: Es wird gezeigt, dass bei der Erfüllung von bestimmten Voraussetzungen die Navier-Stokes-Gleichungen in die Reynold'sche Differentialgleichung überführt werden können. • Methoden zur Entdimensionierung: Es wird vorgestellt, wie dimensionsbehaftete Gleichungen in eine dimensionslose Form überführt werden können, um stabile numerische Berechnungen zu ermöglichen. • Diskretisierungsmethoden: Die drei gängigen Diskretisierungsmethoden: Finite-Differenzen, Finite-Volumen und Finite-Elemente werden zuerst kurz vorgestellt. Anschließend wird die Methode der Finiten-Differenzen ausführlich behandelt und für die Reynold'sche Differentialgleichung angewandt. • Deformationsberechnung: Es wird gezeigt, wie die Halbraumtheorie verwendet werden kann, um die elastische Deformation von Körpern unter Lasteinwirkung zu bestimmen. • Lösungsalgorithmen: Die mathematischen Grundlagen von Jacobi- und Gauß-Seidel-Algorithmen (ohne und mit Relaxation) sowie von dem Newton-Raphson-Verfahren werden vorgestellt. Es wird die Grundlage des Mehrgitterverfahrens vermittelt. • Gekoppelte elasto-hydrodynamische Simulation: Es wird erörtert, wie das Gleichungssystem bestehend aus der Reynolds-Gleichung und der elastischen Spaltgleichung zur Beschreibung der Fluid-Struktur-Interaktion miteinander gekoppelt gelöst werden kann. Im Rahmen der Übung erfolgt die programmiertechnische Umsetzung der erlernten Methoden in Matlab anhand des Beispiels eines Gleitlagers. In the lecture, students will be shown how a calculation program for elasto-hydrodynamic lubrication can be created using the example of a radial friction bearing. The following contents are taught: • Derivation of the Reynolds equation: it is shown that if certain conditions are met, the Navier-Stokes equations can be converted into Reynolds' differential equation. • Methods for de-dimensionalization: It is presented how dimensional equations can be transformed into a dimensionless form in order to enable stable numerical calculations. • Discretization methods: The three common discretization methods: finite differences, finite volumes and finite elements are first briefly introduced. The finite difference method is then discussed in detail and applied to the Reynold's differential equation. • Deformation calculation: It is shown how the half-space theory can be used to determine the elastic deformation of bodies under load. • Solution algorithms: The mathematical foundations of Jacobi and Gauss-Seidel algorithms (without and with relaxation) and of the Newton-Raphson method are presented. The basis of the multigrid method is taught. • Coupled elasto-hydrodynamic simulation: It is discussed how the system of equations consisting of the Reynolds equation and the elastic gap equation for describing the fluid-structure interaction can be solved in a coupled manner. As part of the exercise, the methods learned are implemented in Matlab using the example of a friction bearing.
5	**Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:** Die Studierende kennen die physikalischen Grundlagen der elasto-hydrodynamischen Schmierung sowie von vorgestellten numerischen Methoden und sind in der Lage, sie selbständig anzuwenden.

	The students know the physical principles of elasto-hydrodynamic lubrication as well as the numerical methods presented and are able to apply them independently.
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%

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 Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau V4
12	**Modulbeauftragte/r:** Prof. Dr. Balázs Magyar
13	**Sonstige Hinweise:** Literatur: • C.H. Venner, A. A. Lubrecht: Multi-Level Methods in Lubrication, Elsevier, 2000. • S. Mazumder: Numerical Methods for Partial Differential Equations, Academic Press, 2015. • S. Chapra, R. Canale: Numerical Methods for Engineers, McGraw Hill, 2021. • A. Meister: Numerik linearer Gleichungssysteme: Eine Einführung in moderne Verfahren, Springer, 2015. Literature: • C.H. Venner, A. A. Lubrecht: Multi-Level Methods in Lubrication, Elsevier, 2000. • S. Mazumder: Numerical Methods for Partial Differential Equations, Academic Press, 2015. • S. Chapra, R. Canale: Numerical Methods for Engineers, McGraw Hill, 2021. • A. Meister: Numerik linearer Gleichungssysteme: Eine Einführung in moderne Verfahren, Springer, 2015.

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:**

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

- 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

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

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

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.

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.

6 **Prüfungsleistung:**

☒Modulabschlussprüfung (MAP) □Modulprüfung (MP) □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:**

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 Additive Manufacturing V1, Masterstudiengang Additive Manufacturing V1 (englisch), Masterstudiengang Chemieingenieurwesen V3, Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau V4
12	**Modulbeauftragte/r:** Dr.-Ing. Steffen Jesinghausen, Prof. Dr. Hans-Joachim Schmid
13	**Sonstige Hinweise:** Keine None

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 Product Creation: • Kreislaufwirtschaft und nachhaltige Produktentstehung • Grundlagen des Produktlebenszyklus • Product Life Cycle Management (PLM) • Digitale und virtuelle Produktentstehung • Entwicklungsmethodik nach VDI 2206 und VDI 2221 • Strategische Produktplanung • Anforderungsentwicklung • Systemarchitektur • Disziplinspezifischer Entwurf • Design for Sustainability und R-Strategien • Prototyping (HiL, SiL, XiL) • Planung und Durchführung der Eigenschaftsabsicherung • Produktionsplanung und Realisierung • Ressourceneffizienz in der Produktentstehung • Digitale Zwillinge in der Nutzung / Betrieb • Digitale Zwillinge im Service • Außerbetriebnahme am Beispiel der Demontage

	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 • Fundamentals of the Product Lifecycle • Product Life Cycle Management (PLM) • Digital and Virtual Product Creation • Development Methodology according to VDI 2206 and VDI 2221 • Strategic product planning • Requirements Engineering • System Architecture • Discipline-Specific Engineering • Design for Sustainability and R-Strategies • Prototyping (HiL, SiL, XiL) • Planning and Execution of Verification and Validation • Production Planning and Implementation • Resource Efficiency in Product Creation • Digital Twins in Product Use and Operation • Digital Twins in Service • End-of-Life Processes using the Example of Disassembly
5	**Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:** Nach Abschluss der Veranstaltung PC 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. 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 Komplexitätsmanagements und sind in der Lage, diese anzuwenden. Die Studierenden bearbeiten selbstständig Aufgaben auf Basis der vermittelten Entwicklungsmethodiken. Zur ressourcenschonenden Produktion kennen sie aktuelle Ansätze wie Digitalisierung und wenden diese an. Sie zählen Elemente des Produktlebenszyklusmanagements auf und ordnen diese ein.

	After completing the PC 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. Depending on the 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 apply these. Students work independently on tasks based on the engineering methods taught. They are familiar with current approaches for resource-efficient production, such as digitalisation, and apply these. They list elements of product lifecycle management and classify them.
6	**Prüfungsleistung:** ☒Modulabschlussprüfung (MAP) □Modulprüfung (MP) □Modulteilprüfungen (MTP)

zu	**Prüfungsform**	**Dauer bzw. Umfang**	**Gewichtung für die Modulnote**
a)	Klausur oder Hausarbeit	90 - 120 Minuten oder 10 - 40 Seiten	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 Additive Manufacturing V1, Masterstudiengang Additive Manufacturing V1 (englisch), Masterstudiengang Chemieingenieurwesen V3, Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau V4
12	**Modulbeauftragte/r:** Prof. Dr. Iris Gräßler
13	**Sonstige Hinweise:** Keine None

NEU25 Qualitätsmanagement in der Kunststofftechnik

Quality assurance (QA) in the polymer processing

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiens.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
M.104.8709	150	5	2.-4.	Sommersemester	1	de	WP

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.104.41261 NEU25 Qualitätsmanagement in der Kunststofftechnik	V2 Ü2	60	90	P	35

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

Keine

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

keine / none

4 **Inhalte:**

In dieser Veranstaltung werden die wesentlichen Aspekte der Qualitätssicherung beleuchtet und diskutiert, insbesondere wie durch effektive Maßnahmen und Technologien die Qualität in der Kunststoffverarbeitung kontinuierlich verbessert werden kann. Es werden Einblicke in bewährte Verfahren, moderne Prüfmethoden und innovative Technologien gegeben, die helfen, höchste Qualitätsstandards zu gewährleisten.

- Qualitätssicherung und ihre Methoden im Produktlebenszyklus
- Qualitätskosten und ihre Berücksichtigung in der Kalkulation
- Anforderungen an Kunststoffprodukte: Pflichtenheft, Spezifikation, Lastenheft
- FMEA
- Prüfplanung
- Statistische Versuchsplanung
- Statistik der Normalverteilung
- Prüfmittelfähigkeit
- Prozessfähigkeit
- Kunststoffspezifische Qualitätsprobleme
- Ishikawa
- Statistik: Multiple nichtlineare Regression
- Produktionsüberwachung mit Regelkarten, SPC und CPC
- Zuverlässigkeitsanalyse

This course will highlight and discuss the key aspects of quality assurance, in particular how effective measures and technologies can be used to continuously improve quality in plastics processing. Insights will be given into proven procedures, modern testing methods and innovative technologies that help to ensure the highest quality standards.

- Quality assurance and its methods in the product life cycle
- Quality costs and their consideration in the calculation
- Requirements for plastic products: Functional specification, specification, requirement specification
- FMEA
- Test planning
- Statistical test planning
- Statistics of the normal distribution
- Test equipment capability
- Process capability
- Plastics-specific quality problems
- Ishikawa
- Statistics: Multiple non-linear regression
- Production monitoring with control charts, SPC and CPC
- Reliability analysis

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

Die Studierenden kennen die Methoden für das betrieblichen Qualitätsmanagement und können diese anwenden. Dies umfasst die Dokumentation von Pflichten und Lasten zu Beginn des Auftrages/Projektes, die Durchführung einer FMEA zur Fehleranalyse während der Produktentwicklung sowie die notwendigen mathematischen Modelle zur Auswertung von Statistischen Versuchsplänen. Darüber hinaus sind die Studierende in der Lage, die Prüfmittelfähigkeit von Prüfmitteln zu bestimmen und die Prozessfähigkeit von betrieblichen Prozessen zu beurteilen.

Students know the methods for operational quality management and can apply them. This includes the documentation of obligations and loads at the beginning of the order/project, the execution of an FMEA for error analysis during product development as well as the necessary mathematical models for the evaluation of statistical test plans. In addition, students are able to determine the test equipment capability of test equipment and assess the process capability of operational processes.

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%

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 Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau V4
12	**Modulbeauftragte/r:** Prof. Dr.-Ing. Volker Schöppner
13	**Sonstige Hinweise:** Keine None

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	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:

- 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:

- 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 **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%

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 Additive Manufacturing V1, Masterstudiengang Additive Manufacturing V1 (englisch), Masterstudiengang Nachhaltiger Maschinenbau V1, Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau V4

12 **Modulbeauftragte/r:**

Prof. Dr. Iryna Mozgova

13 **Sonstige Hinweise:**

Keine

None

NEU25 Versuchsplanung und Auswertung mittels Statistik in der Kunststoffverarbeitung

Design of experiments and statistical analysis in polymer processing

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiens.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
M.104.8711	150	5	2.-4.	Sommersemester	1	de	WP

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.104.42286 NEU25 Versuchsplanung und Auswertung mittels Statistik in der Kunststoffverarbeitung	V2 Ü2	60	90	WP	35

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

Keine

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

keine / none

4 **Inhalte:**

Die statistische Versuchsplanung oder Design of Experiments (DoE) ist eine statistische Methode zur Planung, Durchführung und Auswertung von Experimenten mit dem Ziel, die Auswirkungen verschiedener Variablen auf ein Ergebnis zu verstehen. DoE hilft dabei, den Einfluss verschiedener Variablen zu verstehen und bietet eine strukturierte und effiziente Methode zur Datenerhebung. Sie kann dazu beitragen, die Qualität von Produkten oder Prozessen zu verbessern und Ressourcen zu sparen. Die Vorlesung beinhaltet folgende Themen:

- Einführung in die statistische Versuchsplanung
- Grundbegriffe der Statistik
- Versuchsplanung
- Versuchsdurchführung
- Versuchsauswertung
- Präsentation der Daten

Statistical Design of Experiments (DoE) is a statistical method for planning, conducting and analysing experiments with the aim of understanding the effects of different variables on an outcome. DoE helps to understand the influence of different variables and provides a structured and efficient method for data collection. It can help to improve the quality of products or processes and save resources. The course includes the following topics:

- Introduction to statistical design of experiments
- Basic concepts of statistics
- Design of experiments
- Execution of experiments
- Evaluation of experiments
- Presentation of the data

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

Die Studenten kennen die Methoden und Begrifflichkeiten in der statistischen Versuchsplanung und können diese anwenden. Dies umfasst zunächst die notwendigen Grundlagen der Statistik. Darauf aufbauend sind die Studierenden in der Lage einen geeigneten Versuchsplan auszuwählen und aufzustellen. Anschließend kann der Studierende den Versuchsplan durchführen und auswerten. Auch die Präsentation der gewonnenen Daten und die Aufbereitung dieser mit geeigneten Methoden ist ein Lernziel dieser Veranstaltung.

Students are familiar with the methods and terminology used in statistical experimental design and are able to apply them. This initially includes the necessary basics of statistics. Based on this, students are able to select and set up a suitable experimental design. The student can then carry out and evaluate the experimental design. The presentation of the data obtained and the processing of this data using suitable methods is also a learning objective of this course.

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%

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 Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau V4
12	**Modulbeauftragte/r:** Dr.-Ing. Jutta Jungemann, Prof. Dr.-Ing. Elmar Moritzer
13	**Sonstige Hinweise:** Keine None

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

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 and 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

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

Das Modul “Visualisierung und Industrie 4.0” vermittelt sowohl Grundlagen- als auch Anwendungskompetenzen für zukünftige Entwickler. Die Studierenden beschreiben die wesentlichen Grundlagen und Zusammenhänge von digitalen Werkzeugen im Kontext von Digital und Virtual Engineering. Sie erläutern diese anhand von Beispielen, insbesondere im Kontext der Additiven Fertigung. Sie wenden die erworbenen Kenntnisse und Vorgehensweisen im Hinblick auf ausgewählte Softwareprodukte und Grundfunktionen an. Auf dieser Basis analysieren sie deren Anwendbarkeit auf unterschiedliche Situationen und lösen spezifische Probleme erfolgreich und schnell. Erworbene 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.

The module “Visualization and Industry 4.0” provides both basic and application skills for future developers. Students describe the essential basics and interrelationships of digital tools in the context of Digital and Virtual Engineering. They 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. On this basis, they analyse their applicability to different situations and 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.

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%

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 Additive Manufacturing V1, Masterstudiengang Additive Manufacturing V1 (englisch), Masterstudiengang Chemieingenieurwesen V3, Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau V4
12	**Modulbeauftragte/r:** Dr.-Ing. Jens Pottebaum
13	**Sonstige Hinweise:** Keine None

5 Data Science und Maschinelles Lernen

NEU25 Data Science und Maschinelles Lernen

Data Science and Machine Learning

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiens.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
M.104.6160	150	5	1./3.	Wintersemester	1	de	P

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.104.11270 NEU25 Data Science und Maschinelles Lernen	V2 Ü2	60	90	P	200

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

Keine

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

keine / none

4 **Inhalte:**

Motivation/Hintergrund: Die digitale Transformation und Industrie 4.0 beschreiben eine zunehmende Vernetzung und Automatisierung produzierender und dienstleistender Unternehmen. Daten sind zentraler Bestandteil und Treiber dieser Transformation. Methoden der Data Science und des maschinellen Lernens ermöglichen es, aus großen Datenmengen wertvolle Erkenntnisse zu gewinnen. Die Datenqualitätssicherung sowie das effiziente Analysieren und Interpretieren von Daten sind Schlüssel-Fähigkeiten, um fundierte Entscheidungen zu treffen und innovative Lösungen zu entwickeln. Dabei haben sich Python und Excel als Standardsoftware etabliert. Inhalte der Lehrveranstaltung Data Science und maschinelles Lernen:

- Motivation, Historie
- Grundlagen von Daten
- Nachhaltiger Umgang mit Daten
- Statistik
- Machine Learning
- Deep Learning
- Identifikation dynamischer Systeme

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

Datenanalysemethoden sind ein wichtiges Hilfsmittel bei der Auswertung kleiner und großer experimenteller und realer Datenmengen. Den Studierenden wird der mathematische Hintergrund und praktische Hinweise zur Anwendung statistischer Datenanalysemethoden sowie Ansätze des Maschinellen Lernens vermittelt.

Die Studierenden ...

- können grundsätzliche statistische Methoden erklären und unterschiedliche Datenstrukturen anhand statistischer Methoden analysieren.
- können die Grundlagen und ausgewählte Methoden des Maschinellen Lernens erläutern und zum Lösen von Klassifikations- und Regressionsaufgaben anwenden.
- sind in der Lage unterschiedliche Modelle des Maschinellen Lernens für ingenieurswissenschaftliche Anwendungen einzuordnen.
- können unterschiedliche Modellparameter variieren, daraus resultierende Ergebnisse anhand von Performance-Metriken bewerten, sowie Grenzen in der Anwendung beurteilen.
- können die erworbenen Kenntnisse mittels Python und Excel anwenden.

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%

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 Elektrotechnik V4, Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau V4

12	**Modulbeauftragte/r:** Prof. Dr. Iryna Mozgova
13	**Sonstige Hinweise:** Im Maschinenbau und Wirtschaftsingenieurwesen ist das Modul im 1. Semester vorgesehen, im Chemieingenieurwesen im 3. Semester.

6 Industriepraktikum

NEU25 Industriepraktikum							
Industrial Internship							
Modulnummer:	**Workload (h):**	**LP:**	**Studiens.:**	**Turnus:**	**Dauer (in Sem.):**	**Sprache:**	**P/WP:**
M.104.0071	360	12	1.-4.*	Sommer- / Wintersemester		de	P

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	NEU25 Industriepraktikum	P			P	1

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

Keine

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

keine / none

4 **Inhalte:**

Industrielle Projektarbeit in Fachgebieten entsprechend der Praktikumsordnung.

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.

6 **Prüfungsleistung:**

<table>
<tr><td>7</td><td>Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:
<table>
<tr><th>zu</th><th>Form</th><th>Dauer bzw. Umfang</th><th>SL / QT</th></tr>
<tr><td>a)</td><td>Praktikumsbericht</td><td>2 - 3 Seiten pro Woche</td><td>QT</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>8</td><td>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:
keine / none</td></tr>
<tr><td>9</td><td>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten:
Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die qualifizierte Teilnahme nachgewiesen ist.</td></tr>
<tr><td>10</td><td>Gewichtung für Gesamtnote:
Nicht endnotenrelevant.</td></tr>
<tr><td>11</td><td>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:
Masterstudiengang Nachhaltiger Maschinenbau V1, Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Elektrotechnik V4, Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau V4</td></tr>
<tr><td>12</td><td>Modulbeauftragte/r:
Prof. Dr. Hans-Joachim Schmid</td></tr>
<tr><td>13</td><td>Sonstige Hinweise:
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.
Die Module sind in den jeweiligen Vertiefungsrichtungen zu unterschiedlichen Semestern zu belegen, siehe Studienverlaufsplan.</td></tr>
</table>

7 Studienarbeit

NEU25 Studienarbeit							
Student Project and Colloquium							
Modulnummer:	**Workload (h):**	**LP:**	**Studiens.:**	**Turnus:**	**Dauer (in Sem.):**	**Sprache:**	**P/WP:**
A.104.8015	360	12	3.	Sommer- / Wintersemester	1	de	P

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	NEU25 Studienarbeit		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.

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:

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

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 Credits 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 Elektrotechnik V4, Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau V4

12 **Modulbeauftragte/r:**

Prof. Dr. Hans-Joachim Schmid

13 **Sonstige Hinweise:**

Keine

None

8 Nicht technische Wahlpflichtmodule

Die Module sind in den jeweiligen Vertiefungsrichtungen zu unterschiedlichen Semestern zu belegen, siehe Studienverlaufsplan.

Es stehen verschiedene nichttechnische Module zur Auswahl und / oder Fremdsprachenkurse aus dem Zentrum für Sprachlehre. Es können bis zu zwei Sprachkurse im Umfang von 3 LP gewählt werden oder eine Sprachveranstaltung im Umfang von 6 LP.

NEU25 Sprachen

Languages

Modulnummer:	**Workload (h):**	**LP:**	**Studiens.:**	**Turnus:**	**Dauer (in Sem.):**	**Sprache:**	**P/WP:**
M.104.8806 / 8807 / 8808	90	3	1.-4.	Sommer- / Wintersemester	1	de	WP

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	**Lehrform**	**Kontaktzeit (h)**	**Selbststudium (h)**	**Status (P/WP)**	**Gruppengröße (TN)**
a)	NEU25 1 Veranstaltung aus dem Angebot des Zentrums für Sprachlehre der Universität Paderborn	Ü2	30	60	WP	30

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

1 Lehrveranstaltung aus dem Angebot des Zentrums für Sprachlehre der Universität Paderborn im Umfang von 3 LP im Modul M.104.8806. Bei Wahl des zweiten Moduls M.104.8807 kann erneut eine Lehrveranstaltung im Umfang von 3 LP gewählt werden. Im Modul M.104.8808 wird eine Lehrveranstaltung im Umfang von 6 LP gewählt.

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

In den Sprachen Englisch, Französisch, Spanisch, Polnisch und Russisch ist die Teilnahme an den Einstufungstests/Einstufungsgesprächen Voraussetzung für die Teilnahme am Kurs. Über die Einstufung entscheidet das ZfS.

4 **Inhalte:**

Über die genauen Inhalte des von Ihnen ausgewählten Sprachkurses können Sie sich auf der Webseite des Zentrums für Sprachlehre (ZfS) informieren: [http://www.uni-paderborn.de/zfs]

5	**Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:** Die Studierenden erwerben (oder vertiefen) Kompetenzen in einer Fremdsprache. Sie trainieren ihr Hör- und Leseverstehen und üben, sich mündlich zu äußern und an Gesprächen teilzunehmen sowie Texte (unterschiedlichen Schwierigkeitsgrads) zu verfassen. Außerdem erweitern sie ihren Wortschatz und lernen, Grammatikregeln korrekt anzuwenden. Je nach Niveaustufe des gewählten Kurses sind sie so in der Lage, unterschiedlich komplexe Kommunikationssituationen zu bewältigen. Sie lernen darüber hinaus Strategien kennen, die sie befähigen, ihre Sprachkompetenz selbständig weiter auszubauen. In einigen Kursen liegt der Schwerpunkt auf einzelnen Teilkompetenzen (z.B. Writing Skills for Engineering Students, Speaking in Academic Contexts, Conversación para avanzados).
6	**Prüfungsleistung:** ☒Modulabschlussprüfung (MAP) □Modulprüfung (MP) □Modulteilprüfungen (MTP)

zu	**Prüfungsform**	**Dauer bzw. Umfang**	**Gewichtung für die Modulnote**
a)	Klausur oder mündliche Prüfung	60 - 90 Minuten oder 30 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 Elektrotechnik V4, Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau V4
12	**Modulbeauftragte/r:** Prof. Dr. Hans-Joachim Schmid

13	**Sonstige Hinweise:** • In den Sprachen Englisch, Französisch, Spanisch, Polnisch und Russisch ist die Teilnahme an den Einstufungstests/Einstufungsgesprächen Voraussetzung für die Teilnahme am Kurs. Über die Einstufung entscheidet das ZfS. • Es wird empfohlen, eine Sprache auszuwählen, die Relevanz für das spätere Berufsfeld besitzt (z.B. technisches Englisch). • Englisch, Französisch, Spanisch: Falls Sie zum ersten Mal einen Sprachkurs am ZfS besuchen, melden Sie sich bitte in der 1. Anmeldephase zum Einstufungstest und erst in der 2. Anmeldephase für den konkreten Sprachkurs, der Ihrem Niveau entspricht. • Polnisch, Russisch: Interessenten melden sich zunächst zu den Einstufungsgesprächen an. Nach Auswertung der Einstufung werden die Kursniveaus festgelegt und die Teilnehmer manuell in PAUL für die ihrem Kenntnisstand entsprechende Veranstaltung angemeldet. • In den o.g. Sprachen erfolgt ohne Teilnahme an der Einstufung keine Zulassung zum Sprachkurs. Weitere Informationen finden Sie auf der Seite des Zentrums für Sprachlehre (ZfS): http://www.uni-paderborn.de/zfs/ • Es besteht kein Anrecht auf einen Teilnehmerplatz in einem bestimmten Kurs.

NEU25 Allgemeines Recht und Vertragsrecht für Ingenieure

Civil Law of Contracts

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiens.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
M.104.8804	90	3	2.-3.	Wintersemester	1	de	WP

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.104.32282 NEU25 Allgemeines Recht und Vertragsrecht für Ingenieure	V1 Ü1	30	60	WP	60

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

Keine

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

keine / none

4 **Inhalte:**

Inhalte der Lehrveranstaltung NEU25 Allgemeines Recht und Vertragsrecht für Ingenieure:

1. Aufgaben und Säulen der Rechtsordnung
2. Methodik der Rechtspraxis, das Rechtsgeschäft
3. Zustandekommen eines Rechtsgeschäfts
4. Rechtsfähigkeit und Geschäftsfähigkeit
5. Stellvertretung
6. Zustimmung des Berechtigten / Rechtsinhabers
7. Form der Rechtsgeschäfte
8. Verbotene und sittenwidrige Rechtsgeschäfte
9. Willensmängel
10. Bedingtes Rechtsgeschäft
11. Erlöschen der Rechtsgeschäfte
12. Rechtsnachfolge von Parteien
13. Schuldner- und Gläubigermehrheit

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

Auseinandersetzung mit rechtlichen Herausforderungen aus dem Alltag eines Ingenieurs

<table>
<tr><td>6</td><td>Prüfungsleistung:
☒Modulabschlussprüfung (MAP) □Modulprüfung (MP) □Modulteilprüfungen (MTP)
<table>
<tr><th>zu</th><th>Prüfungsform</th><th>Dauer bzw. Umfang</th><th>Gewichtung für die Modulnote</th></tr>
<tr><td>a)</td><td>Klausur oder mündliche Prüfung</td><td>60 - 90 Minuten oder 30 Minuten</td><td>100%</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>7</td><td>Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:
keine / none</td></tr>
<tr><td>8</td><td>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:
Keine
None</td></tr>
<tr><td>9</td><td>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.</td></tr>
<tr><td>10</td><td>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).</td></tr>
<tr><td>11</td><td>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:
Masterstudiengang Chemieingenieurwesen V3, Masterstudiengang Nachhaltiger Maschinenbau V1, Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau V4</td></tr>
<tr><td>12</td><td>Modulbeauftragte/r:
Dr. Stephan Schmeken, Prof. Dr. Hans-Joachim Schmid</td></tr>
<tr><td>13</td><td>Sonstige Hinweise:
Hinweise der Lehrveranstaltung NEU25 Allgemeines Recht und Vertragsrecht für Ingenieure:
Literatur: Schmeken, S.: Manuskript zur Vorlesung</td></tr>
</table>

NEU25 Interkulturelle Kommunikations- und Wirtschaftskompetenz

Intercultural communication and economics

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiens.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
M.104.8803	90	3	2.-3.	Wintersemester	1	de	WP

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.104.14493 NEU25 Interkulturelle Kommunikations- und Wirtschaftskompetenz	Ü2	30	60	WP	60

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

Keine

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

Keine

None

4 **Inhalte:**

- Klären der Begriffe „Herkunft“, „Zugehörigkeit“ („Normalität vs. Othering“) und „Identität“
- Interkulturelle Kompetenz und damit verbundene Teilkompetenzen
- Erweiterung von Selbstwissen und kulturspezifischen Kenntnissen über ausgewählte Länder
- Leben, Lernen mit dem Fokus auf das Studium und Arbeiten in ausgewählten Ländern
- Arbeitsrecht und Steuerrecht in ausgewählten Ländern

- Clarification of the terms “origin”, “belonging” (“normality vs. othering”) and “identity”
- Intercultural competence and associated sub-competencies
- Expansion of self-knowledge and culture-specific knowledge about selected countries
- Living, learning with a focus on studying and working in selected countries
- Labor law and tax law in selected countries

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

Die Studierenden sind in der Lage, Möglichkeiten und Chancen in interkulturellen Begegnungssituationen zu erklären und kultursensibel interkulturelle Situationen zu interpretieren, um effektiv zu diskutieren. Zudem sind sie befähigt die theoretischen Konstrukte der Interkulturellen Kommunikations- und Wirtschaftskompetenz kritisch zu beurteilen, zu analysieren und ihre eigene kulturelle Identität zu entwickeln. Das Beschreiben der kulturellen Differenzen zwischen ausgewählten Ländern und Deutschland insbesondere im tertiären Bildungssystem und des Arbeits- und Lebensalltags hilft den Studierenden, kulturelle Unterschiede zwischen den Kulturgruppen genauer abzuleiten und ein Verständnis für kulturelle Unterschiede und Gemeinsamkeiten zu entwickeln.

Students are able to explain possibilities and opportunities in intercultural encounter situations and to interpret intercultural situations in a culturally sensitive way in order to discuss effectively. They are also able to critically assess and analyze the theoretical constructs of intercultural communication and business competence and to develop their own cultural identity. Describing the cultural differences between selected countries and Germany, particularly in the tertiary education system and everyday working and living life, helps students to derive cultural differences between cultural groups more precisely and to develop an understanding of cultural differences and similarities.

6 **Prüfungsleistung:**

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

zu	**Prüfungsform**	**Dauer bzw. Umfang**	**Gewichtung für die Modulnote**
a)	Referat	30 Min.	100%

In einem kurzen Referat sollen die Studierenden im Kontext einer Zwischenpräsentation die wesentlichsten Inhalte ihres später folgenden Referats benennen, um zu zeigen, dass sie die von ihnen im Vorfeld genannten Themenfelder adäquat untersuchen. Als Rezipienten sollen die Studierenden nach den Referaten der Kommilitonen zusammen diskutieren, um ihre interkulturelle Kompetenz zu verbessern und Anwendungsaufgaben je nach Kontext zum Themeninhalt zu analysieren, synthetisieren oder evaluieren.

7 **Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:**

keine / none

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

Voraussetzung für die Teilnahme an der Modulabschlussprüfung ist das Bestehen der Studienleistung.

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 Elektrotechnik V4, Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau V4
12	**Modulbeauftragte/r:** Dr.-Ing. Vera Denzer
13	**Sonstige Hinweise:** Literatur: Bolten, J.: Einführung in die Interkulturelle Wirtschaftskommunikation Literature: Bolten, J.: Einführung in die Interkulturelle Wirtschaftskommunikation

NEU25 Kostenrechnung in der Verfahrens- und Kunststofftechnik

Cost accounting in process and plastics engineering

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiens.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
M.104.8805	90	3	2.-3.	Sommersemester	1	de	WP

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.104.41222 NEU25 Kostenrechnung in der Verfahrens- und Kunststofftechnik	V1 Ü2	45	45	WP	60

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

Keine

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

keine / none

4 **Inhalte:**

Die Vorlesung Kostenrechnung in der Verfahrens- und Kunststofftechnik vermittelt Kenntnisse zur Analyse finanzieller Prozesse und nachhaltigen Unternehmensführung. Inhalte sind die innerbetriebliche Kosten- und Leistungsrechnung, Produktkostenkalkulation, sowie die Bewertung von Investitionen und wirtschaftlichen Maßnahmen auf Unternehmensebene. Ziel ist es, Studierende zu befähigen, wirtschaftliche Entscheidungen fundiert zu treffen, Optimierungspotenziale zu erkennen und nachhaltige Strategien umzusetzen.

- Innerbetriebliche Kosten- und Leistungsrechnung
- Produktkostenkalkulation
- Investitionsrechnung
- Die Unternehmensebene
- Maßnahmen zur Verbesserung

	The course Cost Accounting in Process and Plastics Engineering teaches students how to analyse financial processes and sustainable corporate management. Contents include internal cost and performance accounting, product cost calculation and the evaluation of investments and economic measures at company level. The aim is to enable students to make well-founded economic decisions, identify optimisation potential and implement sustainable strategies. • Internal cost and performance accounting • Product cost calculation • Investment appraisal • The company level • Measures for improvement
5	**Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:** Die Studierenden können innerbetriebliche Kosten beschreiben und kategorisieren. Sie sind in der Lage, Produktkostenkalkulationen für beliebige Produkt durchzuführen und geeignete Finanzierungsmodelle anhand einer Investitionsrechnung auszuwählen, sowie auf der Unternehmensebene die Gewinn- und Verlustrechnung durchzuführen. Darüber hinaus können die Studierende geeignete Maßnahmen zur Verbesserung der finanziellen Lage des Unternehmens definieren. Students will be able to describe and categorise internal costs. They are able to carry out product cost calculations for any product and select suitable financing models using an investment calculation, as well as carry out the profit and loss account at company level. In addition, students can define suitable strategies for improving the company's financial situation.
6	**Prüfungsleistung:** ☒Modulabschlussprüfung (MAP) □Modulprüfung (MP) □Modulteilprüfungen (MTP)

zu	**Prüfungsform**	**Dauer bzw. Umfang**	**Gewichtung für die Modulnote**
a)	Klausur oder mündliche Prüfung	60 - 90 Minuten oder 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:** Masterstudiengang Nachhaltiger Maschinenbau V1, Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Elektrotechnik V4, Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau V4
12	**Modulbeauftragte/r:** Prof. Dr.-Ing. Volker Schöppner
13	**Sonstige Hinweise:** Keine None

NEU25 Patentstrategie und Patentrecht

Patent Strategy and Patent Law

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiens.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
M.104.8802	90	3	2.-3.	Sommersemester	1	de	WP

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.104.12212 NEU25 Patentstrategie und Patentrecht	V2 Ü1	45	45	WP	60

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

Keine

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

keine / none

4 **Inhalte:**

Die Vorlesung umfasst drei Themenschwerpunkte. Im Einzelnen adressiert die Vorlesung die folgenden Inhalte:

- Grundlagen des gewerblichen Rechtsschutzes: Einführung in das Patentrecht, Aufbau einer Patentanmeldung, Patenterteilungsprozess, Gebrauchsmusterschutz
- Patentrecherche: Einführung in die Patentrecherche, Arbeiten mit Datenbanken
- Marken- und Designschutz, Urheberrecht, Internationaler Patentschutz, Arbeitnehmererfindungen, Patent-Portfolio-Management

The lecture covers three main topics. In detail, the lecture addresses the following contents:

- Basics of industrial property protection: Introduction to patent law, structure of a patent application, patent granting process, utility model and design protection, copyright, international patent protection
- Patent search: Introduction to patent search, working with databases
- Trade mark rights, design protection, copyright regulations, employee invention act, patent portfolio management

5	**Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:** Die Lehrveranstaltung dient dazu, ein fundiertes Verständnis zu Schutzrechten auf nationaler und internationaler Basis zu schaffen. Der Schwerpunkt liegt darin, das geistige Eigentum betreffend Kennzeichnungen/Logos (Marken), Gestaltungen/Formen (Designs) und insbesondere Erfindungen/Technische Lösungen (Patente/Gebrauchsmuster) wirksam gegen Nachahmungen zu schützen. Gleichsam ist es Ziel, nach Schutzrechten recherchieren zu können und Verletzungstatbestände zu erkennen, um auch ungewollte Verletzungen von Schutzrechten Dritter zu vermeiden. Auf Basis dieser Lehrveranstaltung wird die Grundlage geschaffen, Schutzrechte zur Sicherung einer Marktposition strategisch aufzubauen und gegen Verletzer einzusetzen.
6	**Prüfungsleistung:** ☒Modulabschlussprüfung (MAP) □Modulprüfung (MP) □Modulteilprüfungen (MTP)

zu	**Prüfungsform**	**Dauer bzw. Umfang**	**Gewichtung für die Modulnote**
a)	Klausur	60 - 90 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 Chemieingenieurwesen V3, Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Elektrotechnik V4, Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau V4
12	**Modulbeauftragte/r:** Dr. Rüdiger Harnasch, Prof. Dr.-Ing. habil. Walter Sextro
13	**Sonstige Hinweise:** Keine None

9 Abschlussmodul Masterarbeit

NEU25 Abschlussmodul Masterarbeit (MB)

Master Thesis

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiens.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
A.104.7050	750	25	4.	Sommer- / Wintersemester	1	de	P

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	Schriftliche Masterarbeit		75	585	P	1
b)	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.

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

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:

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

6 **Prüfungsleistung:**

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

zu	**Prüfungsform**	**Dauer bzw. Umfang**	**Gewichtung für die Modulnote**
a)	Schriftliche Masterarbeit	max. 150 Seiten	22/25
b)	Mündliche Verteidigung	30-45 Minuten	3/25

7 **Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:**

keine / none

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

10 Maschinenbau in China (mb-cn)

Für die Studienrichtung mb-cn mit Aufenthalt in der Partneruniversität Qingdao müssen folgende Module und Veranstaltungen belegt werden:

Die vier technischen Wahlpflichtmodule sind durch die Module “Chinesisch 1”, “Chinesisch 2”, “Fachspezifisches Chinesisch”, und “Tutorium an der CDTF” festgelegt.

Als nicht technische Module sind die Module “Kultur in China” und “Verhaltensweisen in China” zu belegen.

Die Masterarbeit sollte mindestens teilweise in China angefertigt werden.

NEU25 Chinesisch 1

Chinese 1

Modulnummer:	**Workload (h):**	**LP:**	**Studiens.:**	**Turnus:**	**Dauer (in Sem.):**	**Sprache:**	**P/WP:**
M.104.8810	150	5	1.*	Wintersemester	1	de	P

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	**Lehrform**	**Kontaktzeit (h)**	**Selbststudium (h)**	**Status (P/WP)**	**Gruppengröße (TN)**
a)	L.104.14276 NEU25 Chinesisch 1	V2 Ü2	60	90	P	20

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

Keine

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

keine / none

4	**Inhalte:** • Begrüßung, Fragen nach dem Befinden • Vorstellung; Besitzverhältnisse • Besuch beim Lehrer; Landkarte von China • Gegenseitiges Kennenlernen; Erteilen einer Auskunft - Ausleihen eines Buches; Bekanntschaftsverhältnisse • Begegnung auf der Straße, Vorstellung • Familienverhältnisse • Greeting, questions about well-being • Introduction; ownership • Visit to the teacher; map of China • Getting to know each other; giving information • Borrowing a book; acquaintanceship • Meeting on the street, introduction • Family relationships
5	**Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:** Die Studierenden können, vertraute, alltägliche Ausdrücke und ganz einfache Sätze verstehen und verwenden, die auf die Befriedigung konkreter Bedürfnisse zielen. Sie können sich und andere vorstellen und anderen Leuten Fragen zu ihrer Person stellen - z. B. wo sie wohnen, was für Leute sie kennen oder was für Dinge sie haben - und können auf Fragen dieser Art Antwort geben. Sie können sich auf einfache Art verständigen, wenn die Gesprächspartnerinnen oder Gesprächspartner langsam und deutlich sprechen und bereit sind zu helfen. Students can understand and use familiar, everyday expressions and very simple sentences aimed at meeting specific needs. They can introduce themselves and others and ask people questions about themselves - e.g. where they live, what kind of people they know or what types of things they have - and can answer questions of this sort. They can communicate in a simple way if the person they are talking to speaks slowly and clearly and is willing to help.
6	**Prüfungsleistung:** ☒Modulabschlussprüfung (MAP) □Modulprüfung (MP) □Modulteilprüfungen (MTP)

zu	**Prüfungsform**	**Dauer bzw. Umfang**	**Gewichtung für die Modulnote**
a)	Klausur	75 Minuten	100%

<table>
<tr><td>7</td><td>Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:
<table>
<tr><th>zu</th><th>Form</th><th>Dauer bzw. Umfang</th><th>SL / QT</th></tr>
<tr><td>a)</td><td>Übungsaufgaben</td><td></td><td>SL</td></tr>
</table>
Regelmäßige Übungsaufgaben (bspw. Vokabeltests, einfache Lückentexte) sichern, dass die Studierenden in der Lage sind, sich an Inhalte des Kurses zu erinnern.</td></tr>
<tr><td>8</td><td>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:
Keine
None</td></tr>
<tr><td>9</td><td>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten:
Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden und die Studienleistung nachgewiesen ist.
The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed and the academic achievement is achieved.</td></tr>
<tr><td>10</td><td>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).</td></tr>
<tr><td>11</td><td>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:
Masterstudiengang Nachhaltiger Maschinenbau V1, Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau V4</td></tr>
<tr><td>12</td><td>Modulbeauftragte/r:
Dr.-Ing. Vera Denzer</td></tr>
<tr><td>13</td><td>Sonstige Hinweise:
Die Veranstaltung findet vor dem Wintersemester als SummerSchool in Qingdao, China statt.</td></tr>
</table>

NEU25 Chinesisch 2

Chinese 2

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiens.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
M.104.8811	150	5	1.	Wintersemester	1	de	P

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.104.14281 NEU25 Chinesisch 2	V2 Ü2	60	90	P	20

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

Keine

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

Empfohlen: Chinesisch 1

4 **Inhalte:**

- Uhrzeiten
- Verabredungen; Besuche
- Planung und Organisation einer Dienstreise; Buchung und Reservieren
- Post, Bank, Telefon
- Gesundheit; Aufsuchen eines Arztes
- Sport; Hobbies
- Einkauf
- Wetter
- Ausflüge; Himmelsrichtungen
- Verabschiedung

- Times
- Appointments; visits
- Planning and organizing a business trip; booking and making reservations
- Post office/mail, bank, telephone
- Health; visiting a doctor
- Sports; hobbies
- Shopping
- weather
- Excursions; cardinal points
- Farewell

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

Die Studierenden können Sätze und häufig gebrauchte Ausdrücke verstehen, die mit Bereichen von ganz unmittelbarer Bedeutung zusammenhängen (z. B. Informationen zur Person und zur Familie, Einkaufen, Arbeit, nähere Umgebung). Sie können sich in einfachen, routinemäßigen Situationen verständigen, in denen es um einen einfachen und direkten Austausch von Informationen über vertraute und geläufige Dinge geht. Sie können mit einfachen Mitteln die eigene Herkunft und Ausbildung, die direkte Umgebung und Dinge im Zusammenhang mit unmittelbaren Bedürfnissen beschreiben.

Students can understand sentences and frequently used expressions related to areas of most immediate relevance (e.g. personal and family information, shopping, work, local area). They can communicate in simple, routine situations involving a simple and direct exchange of information about familiar and common things. They can use simple means to describe their own background and education, their immediate environment and things related to immediate needs.

6 **Prüfungsleistung:**

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

zu	**Prüfungsform**	**Dauer bzw. Umfang**	**Gewichtung für die Modulnote**
a)	Klausur	75 Minuten	100%

7 **Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:**

zu	**Form**	**Dauer bzw. Umfang**	**SL / QT**
a)	Regelmäßige Übungsaufgaben		SL

Regelmäßige Übungsaufgaben (bspw. Vokabeltests, einfache Lückentexte) sichern, dass die Studierenden in der Lage sind sich an Inhalte des Kurses zu erinnern.

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 und die Studienleistung nachgewiesen ist.

The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed and the academic achievement is achieved.

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. Vera Denzer
13	**Sonstige Hinweise:** Keine None

NEU25 Fachspezifisches Chinesisch

Subject specific chinese

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiens.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
M.104.8812	150	5	2.-3.	Sommer- / Wintersemester	2	de	P

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.104.14288 NEU25 Fachspezifisches Chinesisch	V2 Ü1, WS sowie V1 Ü1, SS	75	75	P	20

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

Keine

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

Empfohlen: Chinesisch 1, Chinesisch 2

4 **Inhalte:**

Verstehen von Begriffen und Zusammenhängen durch Hören und Lesen sowie das Vermitteln von Begriffen und Zusammenhängen durch Sprechen und Schreiben:

- mathematische, naturwissenschaftliche und für den Maschinenbau relevante Fachbegriffe,
- einfachen Sätzen zur Beschreibung physikalischer Zusammenhänge,
- Vorbereitung für die HSK 2-Sprachprüfung.

Understanding concepts and contexts through listening and reading as well as communicating concepts and contexts through speaking and writing:

- mathematical, scientific and technical terms relevant to mechanical engineering,
- simple sentences to describe physical relationships,
- preparation for the HSK 2 language exam.

5 Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:

Die Studierenden können einfache technische Systeme mit grundlegenden technischen Begriffen in chinesischer Sprache beschreiben sowie technische Fachwörter und physikalische Größen und Formeln im Chinesischen benennen und Sätze mit ihnen bilden. Sie können einfache technische Aussagen wie Arbeitsaufträge auf Chinesisch sagen und diese verstehen.

Students can describe simple technical systems in Chinese using basic technical terms and name technical terms and physical quantities and formulas in Chinese and form sentences with them. They can say and understand simple technical statements such as work orders in Chinese.

6 Prüfungsleistung:

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

zu	**Prüfungsform**	**Dauer bzw. Umfang**	**Gewichtung für die Modulnote**
a)	Klausur	75 Minuten	100%

7 Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:

zu	**Form**	**Dauer bzw. Umfang**	**SL / QT**
a)	Regelmäßige Übungsaufgaben		SL

Regelmäßige (digitale) Übungsaufgaben (bspw. Vokabeltests, einfache Lückentexte) sichern, dass die Studierenden in der Lage sind sich an Inhalte des Kurses zu erinnern.

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 und die Studienleistung nachgewiesen ist.

The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed and the academic achievement is achieved.

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. Vera Denzer

13	**Sonstige Hinweise:** Teil 1 von Fachspezifischen Chinesisch findet im Sommersemester in Qingdao, China statt. Teil 2 von Fachspezifischen Chinesisch findet an der UPB statt.

NEU25 Tutorium an der CDTF							
Tutoring Activities							
Modulnummer:	**Workload (h):**	**LP:**	**Studiens.:**	**Turnus:**	**Dauer (in Sem.):**	**Sprache:**	**P/WP:**
M.104.8815	150	5	2.	Sommersemester	1	de	P

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.104.14877 NEU25 Tutorium an der CDTF	T4	60	90	P	20

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

Keine

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

Empfohlen: Technische Darstellung, Maschinenelemente - Grundlagen / Verbindungen / Antriebskomponenten

4 **Inhalte:**

- Aufbau didaktischer Kompetenzen durch Vorbereitungskurs in Paderborn.
- Planung und Durchführung von Tutorien im Maschinenbau; Methoden- und Medieneinsatz; Feedback der TN
- Umgang mit Störungen/Motivationsmängeln der Lerner; Studienberater für das Folgestudium in Deutschland.
- Regelmäßiger Informationsaustausch zur Interkulturalität zwischen Europa und Asien.
- Übungsaufgaben erstellen, ausgeben, korrigieren, besprechen.
- Reflexion der eigenen Erfahrungen mit kollegialer Beratung und Erfahrungsaustausch mit anderen Tutoren
- Schriftliche Dokumentation der eigenen Erfahrungen.
- Verantwortliche Planung, Durchführung und Selbstevaluation von Lehrveranstaltungen, beispielsweise auf dem Gebiet der Maschinenelemente, begleitet durch Hochschullehrer der CDTF, dabei sind Übungsaufgaben zu erstellen, auszugeben, zu korrigieren, zu besprechen und eine schriftliche Dokumentation über eigene Erfahrungen anzufertigen.
- Regelmäßiger Informationsaustausch zur Interkulturalität zwischen Europa und Asien.

- Development of didactic skills through preparatory course in Paderborn.
- Planning and implementation of tutorials in mechanical engineering; use of methods and media; feedback from participants
- Dealing with disruptions/lack of motivation on the part of learners; student advisor for subsequent studies in Germany.
- Regular exchange of information on interculturality between Europe and Asia.
- Creating, handing out, correcting and discussing exercises.
- Reflection on own experiences with collegial advice and exchange of experiences with other tutors
- Written documentation of own experiences.
- Responsible planning, implementation and self-evaluation of courses, for example in the field of machine elements, accompanied by CDTF university lecturers, in which exercises are to be created, handed out, corrected, discussed and written documentation of own experiences prepared.
- Regular exchange of information on interculturality between Europe and Asia.

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

Die Studierenden sind in der Lage, ein Tutorium für chinesische Studierende mit deutschen Sprachkenntnissen in Absprache mit einem Hochschullehrer und einem Team effizient und zielgerichtet zu organisieren, Lehr-/Lernprozesse in Grundzügen gezielt anzuleiten und zu moderieren, didaktische Kompetenzen im direkten Umgang mit ausländischen Studierendenden zu entwickeln, die chinesischen Studierenden bei der Anwendung von Vorlesungsinhalten einer Fachvorlesung (beispielsweise „Maschinenelemente“) anzuleiten und dabei eigene Chinesisch-Kenntnisse anzuwenden, Präsentations-, Moderations-, Leitungs-/Führungs- und Teamfähigkeit sowie Fähigkeiten im Zeit- und Projektmanagement aufbauen sowie kulturelle Differenzen zwischen China und Deutschland insbesondere im tertiären Bildungssystem zu beschreiben.

Students are able to organize a tutorial for Chinese students with German language skills efficiently and purposefully in consultation with a university lecturer and a team, to guide and moderate teaching/learning processes in a targeted manner, to develop didactic skills in direct contact with foreign students, guide Chinese students in the application of lecture content of a specialist lecture (e.g. “Machine Elements”) and use their own Chinese language skills, develop presentation, moderation, leadership and teamwork skills as well as time and project management skills and describe cultural differences between China and Germany, particularly in the tertiary education system.

6 **Prüfungsleistung:**

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

zu	**Prüfungsform**	**Dauer bzw. Umfang**	**Gewichtung für die Modulnote**
a)	mündlich und schriftlich	30 Minuten / 15 Seiten	50% / 50%

<table>
<tr><td>7</td><td>Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:
<table>
<tr><th>zu</th><th>Form</th><th>Dauer bzw. Umfang</th><th>SL / QT</th></tr>
<tr><td>a)</td><td>Abschlusstest</td><td></td><td>SL</td></tr>
</table>
In einem 20-minütigen Abschlusstest weisen die Studierenden nach, dass sie die Inhalte ihres Lerntagebuchs wiedergeben können sowie die Inhalte der 6-stündigen-Einführungsveranstaltung benennen können.</td></tr>
<tr><td>8</td><td>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:
Keine
None</td></tr>
<tr><td>9</td><td>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten:
Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden und die Studienleistung nachgewiesen ist.
The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed and the academic achievement is achieved.</td></tr>
<tr><td>10</td><td>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).</td></tr>
<tr><td>11</td><td>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:
Masterstudiengang Chemieingenieurwesen V3, Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau V4</td></tr>
<tr><td>12</td><td>Modulbeauftragte/r:
Dr.-Ing. Vera Denzer</td></tr>
<tr><td>13</td><td>Sonstige Hinweise:
Die Veranstaltung findet an der CDTF in Qingdao statt. Die Vorbereitungen finden ein Semester vorher in Paderborn statt.</td></tr>
</table>

NEU25 Kultur in China

Culture in China

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiens.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
M.104.8813	60	2	1.	Wintersemester	1	de	P

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehr-form	Kontakt-zeit (h)	Selbst-studium (h)	Status (P/WP)	Gruppen-größe (TN)
a)	L.104.14266 NEU25 Kultur in China	V1 Ü1	20	40	P	20

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

Keine

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

keine / none

4 **Inhalte:**

1. Lehr- und Lernkultur in China
2. Formen der Höflichkeit und Interkulturelles
3. Reiseland China - Touristische Höhepunkte
4. Does und Don'ts
5. Konfuzius und seine Lehrgedanken
6. Bildungssystem in China
7. Industrie und Technik in China
8. Chinesen denken anderes
9. Guanxi - soziale Netzwerke
10. Alltag und Freizeit in China
11. Die Geheimnisse der chinesischen Schriftzeichen
12. Die chinesische Küche

	Inhalte der Lehrveranstaltung NEU25 Kultur in China: 1. Lehr- und Lernkultur in China 2. Formen der Höflichkeit und Interkulturelles 3. Reiseland China - Touristische Höhepunkte 4. Does und Don'ts 5. Konfuzius und seine Lehrgedanken 6. Bildungssystem in China 7. Industrie und Technik in China 8. Chinesen denken anderes 9. Guanxi - soziale Netzwerke 10. Alltag und Freizeit in China 11. Die Geheimnisse der chinesischen Schriftzeichen 12. Die chinesische Küche 1. teaching and learning culture in China 2. forms of politeness and intercultural issues 3. travel destination China - tourist highlights 4. do's and don'ts 5 Confucius and his teachings 5. education system in China 6. industry and technology in China 7. the Chinese think differently 8. guanxi - social networks 9. everyday life and leisure in China 10. the secrets of Chinese characters 11. Chinese cuisine *Contents of the course NEU25 Kultur in China:* 1. teaching and learning culture in China 2. forms of politeness and intercultural issues 3. travel destination China - tourist highlights 4. do's and don'ts 5 Confucius and his teachings 5. education system in China 6. industry and technology in China 7. the Chinese think differently 8. guanxi - social networks 9. everyday life and leisure in China 10. the secrets of Chinese characters 11. Chinese cuisine
5	**Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:** Die Studierenden können typische chinesische Verhaltensweisen, politische und gesellschaftliche Strukturen, die chinesische Geographie und die Klimaverhältnisse in China zu benennen, beschreiben und anderen erklären. Zusammen mit chinesischen Studierenden können sie ein neues chinabezogenes Thema ausdifferenzieren und vorstellen und mit Deutschland vergleichen, um ein besseres Verständnis für die chinesische Kultur zu entwickeln.

	Students are able to name, describe and explain typical Chinese behavior, political and social structures, Chinese geography and climatic conditions in China. Together with Chinese students, they can differentiate and present a new China-related topic and compare it with Germany in order to develop a better understanding of Chinese culture.
6	**Prüfungsleistung:** ☒Modulabschlussprüfung (MAP) □Modulprüfung (MP) □Modulteilprüfungen (MTP)

zu	**Prüfungsform**	**Dauer bzw. Umfang**	**Gewichtung für die Modulnote**
a)	Mündliche Prüfung	20 Minuten	100%

7	**Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:**

zu	**Form**	**Dauer bzw. Umfang**	**SL / QT**
a)	Regelmäßige Übungsaufgaben		SL

	In einem 20-minütigen Abschlusstest weisen die Studierenden nach, dass sie die Inhalte des Kurses benennen können.
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 und die Studienleistung nachgewiesen sind. The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed and the academic achievement is achieved.
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
12	**Modulbeauftragte/r:** Dr.-Ing. Vera Denzer
13	**Sonstige Hinweise:** Die Veranstaltung findet vor dem Wintersemester als Summerschool in Qingdao, China statt.

NEU25 Verhaltensweisen in China

Mode of conduct in China

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiens.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
M.104.8814	120	4	1.	Wintersemester	1	de	P

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.104.14263 NEU25 Verhaltensweisen in China	V2 Ü1	45	45	P	20

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

Keine

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

keine / none

4 **Inhalte:**

Grundlagen zur interkulturellen Kommunikation Aktuelle Fakten zum Land, zu Wirtschaft und Politik, Rechtssystem, Umweltschutz u.a. Geschichte Chinas Leben und Arbeiten in China Arbeitsrecht, Steuerrecht Aktuelle politische Themen Probleme Chinas und mögliche Lösungsansätze Verschiedenes

- Basics of intercultural communication
- Current facts about the country, economy and politics, legal system, environmental protection, etc.
- History of China
- Living and working in China
- Labor law, tax law
- Current political issues
- China's problems and possible solutions
- Miscellaneous

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

Die Studierenden können wesentliche Elemente der Geschichte Chinas wiedergeben und können aufbauend darauf wesentliche kulturelle Entwicklungen beschreiben, die Denken und Handeln in China noch heute mitbestimmen. Sie können bedeutsame Inhalte der Lehre von Konfuzius und ihren heutigen Stellenwert erläutern und können wichtige Aspekte des gesellschaftlichen Zusammenlebens in China beschreiben und dabei den Stellenwert gemeinsamer Mahlzeiten erkennen. Zudem sind sie in der Lage, chinesische Denkweisen, Kommunikationsformen, soziale Netzwerke und Kritikkulturen zu erklären.

	Students will be able to reproduce key elements of China's history and, based on this, describe key cultural developments that still influence thinking and acting in China today. They can explain important contents of Confucius' teachings and their significance today and can describe important aspects of social coexistence in China and recognize the importance of communal meals. They will be able to explain Chinese ways of thinking, forms of communication, social networks and cultures of criticism.
6	**Prüfungsleistung:** ☒Modulabschlussprüfung (MAP) □Modulprüfung (MP) □Modulteilprüfungen (MTP)

zu	**Prüfungsform**	**Dauer bzw. Umfang**	**Gewichtung für die Modulnote**
a)	Klausur	90 Minuten	100%

7	**Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:**

zu	**Form**	**Dauer bzw. Umfang**	**SL / QT**
a)	Abschlusstest		SL

	In einem 20-minütigen Abschlusstest weisen die Studierenden nach, dass sie die Inhalte des Kurses benennen können.
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 und die Studienleistung nachgewiesen ist. The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed and the academic achievement is achieved.
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. Vera Denzer
13	**Sonstige Hinweise:** Die Veranstaltung findet an der UPB statt.

11 Englischsprachiges Lehrangebot:

11.1 Englischsprachige Module

- M.104.6172 3D-Metal Printing 332
- M.104.8301 3D-Printing of Ceramics 336
- M.104.8302 Additive Consulting 338
- M.104.8311 CFD-Methods in Process Engineering 141
- M.104.8372 Circular Economy 144
- M.104.8313 Computer Aided Alloy Design 147
- M.104.8314 Condition Monitoring of Technical Systems 150
- M.104.6177 Design Rules for Additive Manufacturing 352
- M.104.8315 Design for Additive Manufacturing 349
- M.104.8320 Experimental Methods 169
- M.104.8329 Fatigue Cracks 189
- M.104.8330 Fundamentals of additive manufacturing 193
- M.104.6171 Materials Science of Metals 367
- M.104.8705 Modern Steel and Steelmaking 369
- M.104.8295 Particle synthesis 262
- M.104.6170 Plastics Technologies in Additive Manufacturing 267
- M.104.6175 Powder Technology 374
- M.104.6178 Product Creation 377
- M.104.8283 Simulation of materials 102
- M.104.6179 Standard Software Application Development 309
- M.104.6176 Structure Optimization 384
- M.104.8261 Sustainable Manufacturing 72
- M.104.8221 Tooling Technology – Planning, Manufacture, Postprocessing 29
- M.104.8367 Visualization and Industry 4.0 389

11.2 Englischsprachige Lehrveranstaltungen:

- L.104.25235 NEU25 3D-Metal Printing (Modul: M.104.6172 3D-Metal Printing) 332
- L.104.23250 NEU25 3D-Printing of Ceramics (Modul: M.104.8301 3D-Printing of Ceramics) 336
- L.104.51240 NEU25 Additive Consulting (Modul: M.104.8302 Additive Consulting) 338
- L.104.31241 NEU25 CFD-Methods in Process Engineering (Modul: M.104.8311 CFD-Methods in Process Engineering) 141
- L.104.61241 NEU25 Circular Economy (Modul: M.104.8372 Circular Economy) 144
- L.104.23255 NEU25 Computer Aided Alloy Design (Modul: M.104.8313 Computer Aided Alloy Design) 147

- L.104.12284 NEU25 Condition Monitoring of Technical Systems (Modul: M.104.8314 Condition Monitoring of Technical Systems) 150
- L.104.14242 NEU25 Design Rules for Additive Manufacturing (Modul: M.104.6177 Design Rules for Additive Manufacturing) 352
- L.104.14240 NEU25 Design for Additive Manufacturing (Modul: M.104.8315 Design for Additive Manufacturing) 349
- L.104.23265 NEU25 Experimental Methods (Modul: M.104.8320 Experimental Methods) .. 169
- L.104.13221 NEU25 Fatigue Cracks (Modul: M.104.8329 Fatigue Cracks) 189
- L.104.32236 NEU25 Fundamentals of additive manufacturing (Modul: M.104.8330 Fundamentals of additive manufacturing) 193
- L.104.25277 oder L.104.25278 NEU25 Grundlagen der Automobiltechnik oder Basics of Automotive Engineering (Modul: M.104.8211 Basics of Automotive Engineering) 15
- L.104.21243 oder L.104.21244 NEU25 Klebtechnische Fügeverfahren oder Adhesive Bonding Technologies (Modul: M.104.8241 Adhesive Bonding Technologies) 50
- L.104.23275 NEU25 Materials Science of Metals (Modul: M.104.6171 Materials Science of Metals) 367
- L.104.23271 NEU25 Modern Steels and Steelmaking (Modul: M.104.8705 Modern Steel and Steelmaking) 369
- L.104.32238 NEU25 Particle Synthesis (Modul: M.104.8295 Particle synthesis) 262
- L.104.42215 NEU25 Plastics Technologies in Additive Manufacturing (Modul: M.104.6170 Plastics Technologies in Additive Manufacturing) 267
- L.104.32217 NEU25 Powder Technology (Modul: M.104.6175 Powder Technology) 374
- L.104.51255 NEU25 Product Creation (Modul: M.104.6178 Product Creation) 377
- L.104.24285 NEU25 Produktionstechnik (Modul: M.104.8242 Production Engineering) 53
- L.104.22261 NEU25 Simulation of materials (Modul: M.104.8283 Simulation of materials) .. 102
- L.104.11275 NEU25 Standard Software Application Development (Modul: M.104.6179 Standard Software Application Development) 309
- L.104.11280 NEU25 Structure Optimization (Modul: M.104.6176 Structure Optimization) ... 384
- L.104.61280 NEU25 Sustainable Manufacturing (Modul: M.104.8261 Sustainable Manufacturing) 72
- L.104.24290 NEU25 Tooling Technology – Planning, Manufacture, Postprocessing (Modul: M.104.8221 Tooling Technology – Planning, Manufacture, Postprocessing) 29
- L.104.51285 NEU25 Visualization and Industry 4.0 (Modul: M.104.8367 Visualization and Industry 4.0) 389

Erzeugt am 4. März 2026 um 11:39.