UNIVERSITÄT PADERBORN

FAKULTÄT FÜR MASCHINENBAU

MODULHANDBUCH FÜR DEN MASTERSTUDIENGANG MASCHINENBAU

STAND: 2. JULI 2026

Präambel zum Modulhandbuch
des Masterstudiengangs Maschinenbau

Studienaufbau für den Masterstudiengang *Maschinenbau*

<table>
<tr><td rowspan="4">Semester</td><td>4</td><td colspan="6">Masterarbeit 25 LP</td></tr>
<tr><td>3</td><td rowspan="3">3 Basis-module 24 LP</td><td rowspan="3">2 Vertiefungsrich-tungsabhängige Wahlpflichtmodule 16 LP</td><td rowspan="3">3 Technische Wahlpflichtmodule 24 LP</td><td rowspan="3">1 Nicht techn. Modul 6 LP</td><td rowspan="3">Industrie-praktikum 10 LP</td><td rowspan="3">Studienarbeit 15 LP</td></tr>
<tr><td>2</td></tr>
<tr><td>1</td></tr>
</table>

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.

Wenn nicht die Vertiefungsrichtung Ingenieurinformatik gewählt wird:

Es ist eine Vertiefungsrichtung zu wählen. Aus dieser gehen drei zu belegende Basismodule à 8 LP hervor. Zur Wahl stehen folgende Vertiefungsrichtungen mit den entsprechenden Basismodulen:

Vertiefungsrichtung	Basismodule
Energie- und Verfahrenstechnik	Verfahrenstechnische Unit Operations
	Mehrphasenprozesstechnik
	Grundlagen der Energie- und Stoffwandlung
Fahrzeugtechnik	Fahrzeugstruktur
	Automobiltechnik und Fahrzeugdynamik
	Fahrzeugsysteme
Fertigungstechnik	Fertigungseinrichtungen
	Fügeverfahren für Leichtbaustrukturen
	Prozessketten in der Fertigungstechnik
Kunststofftechnik	Kunststofftechnologie
	Mehrkomponentige Kunststoffbauteile – Herstellen und Fügen
	Werkzeugauslegung in der Kunststoffverarbeitung
Leichtbau mit Hybridsystemen	Leichtbau durch Fertigungstechnik
	Polymere und metallische Werkstoffe für den Fahrzeugbau
	Strukturberechnung
Mechatronik	Moderne Methoden der Regelungstechnik 1
	Dynamik technischer Systeme
	Produkt- und Prozessgestaltung
Produktentwicklung	Antriebstechnik
	Numerische Verfahren in der Produktentwicklung
	Produktentstehung
Werkstoffeigenschaften und -simulation	Schadensanalyse
	Strukturberechnung
	Werkstoffmechanik

Außerdem sind zwei vertiefungsrichtungsabhängige Wahlpflichtmodule á 8 LP zu wählen:

Vertiefungsrichtung	**Module**
Energie- und Verfahrenstechnik	Nanotechnologie
	Partikeltechnik
	Prozessintensivierung und -simulation
	Angewandte Strömungsmechanik
	Kälte- und Wärmepumpentechnik
	Chemische und biologische Verfahrenstechnik
Fahrzeugtechnik	Ermüdungsfestigkeit
	Entwicklung eines elektrisch betriebenen und autonom fahrenden Rennfahrzeugs
	Numerische Verfahren in der Produktentwicklung
	Moderne Methoden der Regelungstechnik 1
	Fahrzeugaerodynamik und Fahrzeugakustik
	Leichtbau durch Fertigungstechnik
	Produkt- und Prozessgestaltung
	Digitale und virtuelle Produktentstehung
	Schadensanalyse
	Polymere und metallische Werkstoffe für den Fahrzeugbau
Fertigungstechnik	Angewandtes Produktionsmanagement
	Strukturberechnung
	Beschichtungstechnik und Korrosionsschutz
	Digitale und virtuelle Produktentstehung
Kunststofftechnik	Spezialanwendungen der Kunststofftechnik
	Berechnungsmethoden und ihre Anwendung
	Polymere und metallische Werkstoffe für den Fahrzeugbau
	Leichtbau durch Fertigungstechnik
	Werkstoffmechanik
	FEM und Numerik
	Nachhaltigkeit und Innovation in der Kunststoffverarbeitung
Leichtbau mit Hybridsystemen	Fügeverfahren für Leichtbaustrukturen
	Beschichtungstechnik und Korrosionsschutz
	Mehrkomponentige Kunststoffbauteile
	Fachlabore: Leichtbau und Werkstoffkunde
	Schadensanalyse
	Nanostrukturphysik
	Chemie der Beschichtungswerkstoffe
Mechatronik	Automobiltechnik und Fahrzeugdynamik
	Fahrzeugsysteme
	Moderne Methoden der Regelungstechnik 2
	Anwendungsfelder der Regelungs- und Automatisierungstechnik
	Digitale und Virtuelle Produktentstehung
	Antriebstechnik
	Piezoelektrische Systeme, Schwingungsmessung und -analyse
Produktentwicklung	Toleranzmanagement
	Methoden und Werkzeuge in der Produktentwicklung
	Digitale und virtuelle Produktentstehung
	Produkt- und Prozessgestaltung

	Ermüdungsfestigkeit
	Angewandte Strömungsmechanik
	Mehrkomponentige Kunststoffbauteile – Herstellen und Fügen
Werkstoffeigenschaften und -simulation	Höhere Mechanik
	Ermüdungsfestigkeit
	Werkstoffentwicklung
	Beschichtungstechnik und Korrosionsschutz
	Polymere und metallische Werkstoffe für den Fahrzeugbau
	Fachlabore: Leichtbau und Werkstoffkunde

Zudem sind 3 technische Wahlpflichtmodule zu wählen. Der Bereich der technischen Wahlpflichtmodule setzt sich aus allen Basis- und Vertiefungsrichtungsspezifischen Wahlpflichtmodulen, die nicht bereits schon in der Vertiefungsrichtung gewählt wurden, zusammen und den folgenden Modulen:

Technische Wahlpflichtmodule
Biomechanik
Energietechnik und Numerik
Informationsmanagement für Public Safety & Security
Modellierung von Energiesystemen
Nachhaltige Energiesysteme
Projektlabor Digitale Fabrik
Aktuelle Themen des Maschinenbaus
Freies Technisches Wahlpflichtmodul

Studienaufbau für die Vertiefungsrichtung Ingenieurinformatik:

<table>
<tr><td rowspan="4">Semester</td><td>4</td><td colspan="6">Masterarbeit 25 LP</td></tr>
<tr><td>3</td><td rowspan="3">2 Pflicht-module 14 LP</td><td rowspan="3">4 Basis-module 24 LP</td><td rowspan="3">2 Vertiefungsrich-tungsabhängige Wahlpflichtmodule 16 LP</td><td rowspan="3">2 Technische Wahlpflicht-module 16 LP</td><td rowspan="3">Industrie-praktikum 10 LP</td><td rowspan="3">Studienarbeit 15 LP</td></tr>
<tr><td>2</td></tr>
<tr><td>1</td></tr>
</table>

Liste der Vertiefungsrichtungsabhängigen Wahlpflichtmodule:

Vertiefungsrichtungsabhängige Wahlpflichtmodule Ingenieurinformatik
Werkstoffmechanik
Bauteilgestaltung und -berechnung
Numerische Verfahren in der Produktentwicklung
Automobiltechnik und Fahrzeugdynamik
Prozessintensivierung und -simulation
Angewandtes Produktionsmanagement
Digitale und virtuelle Produktentstehung
Werkzeugauslegung in der Kunststoffverarbeitung
Regelungstechnik, Modellbildung und Simulation
Moderne Methoden der Regelungstechnik 1

Die Liste der technischen Wahlpflichtmodule entspricht der Liste, die auch für die anderen Vertiefungsrichtungen gilt (s. o.).

Inhaltsverzeichnis

1 Abkürzungsverzeichnis **5**

2 Basismodule **6**

2.1 Vertiefungsrichtung Energie- und Verfahrenstechnik 6
2.1.1 Verfahrenstechnische Unit Operations 6
2.1.2 Mehrphasenprozesstechnik 9
2.1.3 Grundlagen der Energie- und Stoffwandlung 12
2.2 Vertiefungsrichtung Kunststofftechnik 15
2.2.1 Kunststofftechnologie 15
2.2.2 Mehrkomponentige Kunststoffbauteile – Herstellen und Fügen 18
2.2.3 Werkzeugauslegung in der Kunststoffverarbeitung 22
2.3 Vertiefungsrichtung Mechatronik 25
2.3.1 Moderne Methoden der Regelungstechnik 1 25
2.3.2 Dynamik technischer Systeme 28
2.3.3 Produkt- und Prozessgestaltung 31
2.4 Vertiefungsrichtung Produktentwicklung 35
2.4.1 Antriebstechnik 35
2.4.2 Numerische Verfahren in der Produktentwicklung 39
2.4.3 Produktentstehung 42
2.5 Vertiefungsrichtung Fertigungstechnik 46
2.5.1 Fertigungseinrichtungen 46
2.5.2 Fügeverfahren für Leichtbaustrukturen 49
2.5.3 Prozessketten in der Fertigungstechnik 52
2.6 Vertiefungsrichtung Werkstoffeigenschaften und -simulation 55
2.6.1 Schadensanalyse 55
2.6.2 Strukturberechnung 58
2.6.3 Werkstoffmechanik 60
2.7 Vertiefungsrichtung Leichtbau mit Hybridsystemen 63
2.7.1 Leichtbau durch Fertigungstechnik 63
2.7.2 Polymere und metallische Werkstoffe für den Fahrzeugbau 66
2.7.3 Strukturberechnung 68
2.8 Vertiefungsrichtung Fahrzeugtechnik 70
2.8.1 Fahrzeugstruktur 70
2.8.2 Automobiltechnik und Fahrzeugdynamik 74
2.8.3 Fahrzeugsysteme 77
2.9 Vertiefungsrichtung Ingenieurinformatik 81
2.9.1 Vertiefungsrichtungsabhängiges Pflichtmodul FEM und Numerik 81
2.9.2 Vertiefungsrichtungsabhängiges Pflichtmodul Stochastik für Informatiker 84
2.9.3 Basismodul Rechnernetze 87

2.9.4 Basismodul Verteilte Systeme . . . 90
2.9.5 Basismodul Computer Graphics Rendering . . . 92
2.9.6 Basismodul Grundlagen intelligenter Systeme . . . 94

3 Vertiefungsrichtungsabhängige Wahlpflichtmodule 96
3.1 Angewandtes Produktionsmanagement . . . 96
3.2 Angewandte Strömungsmechanik . . . 100
3.3 Anwendungsfelder der Regelungs- und Automatisierungstechnik . . . 104
3.4 Bauteilgestaltung und –berechnung . . . 107
3.5 Berechnungsmethoden und ihre Anwendung . . . 110
3.6 Beschichtungstechnik und Korrosionsschutz . . . 112
3.7 Chemie der Beschichtungswerkstoffe . . . 115
3.8 Chemische und biologische Verfahrenstechnik . . . 117
3.9 Digitale und Virtuelle Produktentstehung . . . 120
3.10 Entwicklung eines elektrisch betriebenen und autonom fahrenden Rennfahrzeugs . . . 126
3.11 Ermüdungsfestigkeit . . . 129
3.12 Fachlabore: Leichtbau und Werkstoffkunde . . . 136
3.13 Fahrzeugaerodynamik und Fahrzeugakustik . . . 139
3.14 FEM und Numerik . . . 142
3.15 Höhere Mechanik . . . 145
3.16 Kälte- und Wärmepumpentechnik . . . 147
3.17 Methoden und Werkzeuge in der Produktentwicklung . . . 150
3.18 Moderne Methoden der Regelungstechnik 2 . . . 154
3.19 Nachhaltigkeit und Innovation in der Kunststoffverarbeitung . . . 157
3.20 Nanotechnologie . . . 160
3.21 Partikeltechnik . . . 163
3.22 Piezoelektrische Systeme, Schwingungsmessung und -analyse . . . 167
3.23 Polymere und metallische Werkstoffe für den Fahrzeugbau . . . 171
3.24 Prozessintensivierung und -simulation . . . 174
3.25 Regelungstechnik, Modellbildung und Simulation . . . 178
3.26 Spezialanwendungen der Kunststofftechnik . . . 181
3.27 Toleranzmanagement . . . 184
3.28 Werkstoffentwicklung . . . 188

4 Technische Wahlpflichtmodule 190
4.1 Biomechanik . . . 190
4.2 Energietechnik und Numerik . . . 193
4.3 Informationsmanagement für Public Safety and Security . . . 196
4.4 Modellierung von Energiesystemen . . . 200
4.5 Nachhaltige Energiesysteme . . . 203
4.6 Projektlabor Digitale Fabrik . . . 207
4.7 Aktuelle Themen des Maschinenbaus . . . 210
4.8 Freies Technisches Wahlpflichtmodul . . . 229

5 Nicht technisches Modul 231

6 Industriepraktikum 237

7 Studienarbeit **239**

8 Abschlussmodul **241**

9 Maschinenbau in China (mb-cn) **243**

10 Englischsprachiges Lehrangebot: **252**
10.1 Englischsprachige Module 252
10.2 Englischsprachige Lehrveranstaltungen 252

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

2.1.1 Verfahrenstechnische Unit Operations

<table>
<tr><th colspan="8">Verfahrenstechnische Unit Operations</th></tr>
<tr><td colspan="8">Process engineering: unit operations</td></tr>
<tr><td colspan="2">Modulnummer:
M.104.7200</td><td>Workload (h):
240</td><td>LP:
8</td><td>Studiensem.:
2. Semester</td><td>Turnus:
Sommersemester</td><td>Dauer (in Sem.):
1</td><td>Sprache:
de</td></tr>
<tr><td>1</td><td colspan="7">Modulstruktur:
<table>
<tr><th></th><th>Lehrveranstaltung</th><th>Lehrform</th><th>Kontaktzeit (h)</th><th>Selbststudium (h)</th><th>Status (P/WP)</th><th>Gruppengröße (TN)</th></tr>
<tr><td>a)</td><td>L.104.32210 Mechanische Verfahrenstechnik 2</td><td>V2 Ü1, SS</td><td>45</td><td>75</td><td>P</td><td>20-40</td></tr>
<tr><td>b)</td><td>L.104.31220 Thermische Verfahrenstechnik 2</td><td>V2 Ü1, SS</td><td>45</td><td>75</td><td>P</td><td>20-40</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>2</td><td colspan="7">Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:
keine</td></tr>
<tr><td>3</td><td colspan="7">Teilnahmevoraussetzungen:
Empfohlen: Mechanische Verfahrenstechnik I: Grundlagen, thermische Verfahrenstechnik I: Grundlagen, Wärmeübertragung, Stoffübertragung</td></tr>
</table>

4	**Inhalte:** *Inhalte der Lehrveranstaltung Mechanische Verfahrenstechnik 2:* 1. Trennen • Beschreibung von Trennprozessen • Sortier- und Klassierprozesse von Feststoffen • Abscheiden von Feststoffen aus Gasen (Zyklone, Tiefenfilter, Oberflächenfilter, Elektrofilter, Wäscher) • Abscheiden von Feststoffen aus Flüssigkeiten (Filter, Zentrifugen, Dekanter) 2. Mischen von Flüssigkeiten • Bauarten von dynamischen Mischern • Ne-Re-Diagramm, Mischgüte-Re-Diagramm • Hochviskos-Mischen, Statisches Mischen 3. Feststoff - Zerkleinerung • Bruchmechanische Grundlagen • Zerstörung von Einzelpartikeln • Zerkleinerung im Gutbett • Zerkleinerungsgesetze • Zerkleinerungsmaschinen, Funktionen und Einsatzgebiete • Nass- und Kaltzerkleinerung *Inhalte der Lehrveranstaltung Thermische Verfahrenstechnik 2:* 1. Zusammenfassung der Grundlagen aus TV I 2. Absorption (Teil 2) 3. Rektifikation (Teil 2) 4. Verdampfung, Eindampfen, Kondensation 5. Extraktion (Teil 2) 6. Adsorption (Teil 2) 7. Membranverfahren
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. Die Studierenden beherrschen verschiedene, sich ergänzende Aspekte und Gebiete der Unit Operations in der thermischen Verfahrenstechnik (Rektifikation, Extraktion, Absorption, Adsorption, Ein- und Verdampfung, Membranverfahren). 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) - b)</td><td>Klausur oder mündliche Prüfung</td><td>180 - 240 Minuten oder 45 - 60 Minuten</td><td>100%</td></tr></table>In der Prüfung sollen die Studierenden für exemplarische Problemstellungen die zugrundeliegenden Elementarprozesse erläutern sowie geeignete Verfahren und Apparate auswählen und grundlegend auslegen.</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.</td></tr>
<tr><td>10</td><td>Gewichtung für Gesamtnote:
Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).</td></tr>
<tr><td>11</td><td>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:
Masterstudiengang Chemieingenieurwesen, Masterstudiengang Maschinenbau</td></tr>
<tr><td>12</td><td>Modulbeauftragte/r:
Prof. Dr.-Ing. Julia Riese</td></tr>
<tr><td>13</td><td>Sonstige Hinweise:</td></tr>
</table>

2.1.2 Mehrphasenprozesstechnik

Mehrphasenprozesstechnik						
Multiphase processes						
Modulnummer:	**Workload (h):**	**LP:**	**Studiensem.:**	**Turnus:**	**Dauer (in Sem.):**	**Sprache:**
M.104.7202	240	8	1.-3. Semester	Wintersemester	1	de

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	**Lehrform**	**Kontaktzeit (h)**	**Selbststudium (h)**	**Status (P/WP)**	**Gruppengröße (TN)**
a)	L.104.31274 Prozessdesign	V2 Ü1, WS	45	75	P	10-30
b)	L.104.32410 Mehrphasenströmung	V2 Ü1, WS	45	75	P	10-30

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

keine

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

Empfohlen: Thermische Verfahrenstechnik 1: Grundlagen, Mechanische Verfahrenstechnik I: Grundlagen, Fluiddynamik, Wärmeübertragung

Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Prozessdesign:
Empfohlen: Thermische Verfahrenstechnik 1, Thermische Verfahrenstechnik 2, Wärmeübertragung, Stoffübertragung, Reaktionstechnik

4 **Inhalte:**

Inhalte der Lehrveranstaltung Prozessdesign:

1. Entwicklung eines chemischen Prozesses
2. Prozesssynthese
3. Reaktorauswahl
4. Aufbau von Trennsequenzen
    - Heuristiken zur Auswahl von Trennoperationen
    - Schaltungen
    - Heuristiken zur Festlegung von Trennsequenzen
    - Beispiele
    - Synthese von Rektifikationsprozessen
    - Hybridprozesse
5. Wärme-/Energieintegration
6. Prozessfließbild und R&I-Fließbild
7. Kostenschätzung und Investitionsrechnung

Inhalte der Lehrveranstaltung Mehrphasenströmung:

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 kennen die wesentlichen Ziele und Konzepte des konzeptionellen Prozessdesigns in der (chemischen) Verfahrenstechnik und können dieses anwenden. Des Weiteren können sie optimale Trennsequenzen aus verschiedenen Trennoperationen wie der Destillation, Absorption und Extraktion aufbauen und diese im Prozess- und R&I-Fließbild darstellen. Außerdem sind sie im Stande, die Trennsequenzen von der wirtschaftlichen Seite aus zu beleuchten. 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. Die Studierenden beherrschen verschiedene, sich ergänzende Aspekte und Gebiete der Prozesstechnik (z. B. Prozessdesign, Mehrphasenströmung). 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.

6 **Prüfungsleistung:**

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

zu	**Prüfungsform**	**Dauer bzw. Umfang**	**Gewichtung für die Modulnote**
a) - b)	Klausur oder mündliche Prüfung	180 - 240 Minuten oder 45 - 60 Minuten	100%

In der Prüfung sollen die Studierenden für exemplarische Problemstellungen die Grundlagen und Zusammenhänge erläutern sowie geeignete Verfahren und Apparate auswählen und grundlegend auslegen.

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.
10	**Gewichtung für Gesamtnote:** Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).
11	**Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:** Masterstudiengang Chemieingenieurwesen, Masterstudiengang Maschinenbau
12	**Modulbeauftragte/r:** Prof. Dr. Hans-Joachim Schmid, Prof. Dr.-Ing. Julia Riese
13	**Sonstige Hinweise:**

2.1.3 Grundlagen der Energie- und Stoffwandlung

Grundlagen der Energie- und Stoffwandlung						
Fundamentals of energy mass transition						
Modulnummer:	**Workload (h):**	**LP:**	**Studiensem.:**	**Turnus:**	**Dauer (in Sem.):**	**Sprache:**
M.104.7204	240	8	1./3. Semester	Sommersemester	1	de

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	**Lehrform**	**Kontaktzeit (h)**	**Selbststudium (h)**	**Status (P/WP)**	**Gruppengröße (TN)**
a)	L.104.33225 Kraft- und Arbeitsmaschinen	V2 Ü1, SS	45	75	P	20-40
b)	L.032.82032 Chemische Verfahrenstechnik	V2 Ü1, SS	45	75	P	20-40

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

keine

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

Empfohlen: Thermodynamik 1, Grundlagen der Verfahrenstechnik, Fluidmechanik

Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Kraft- und Arbeitsmaschinen:
Thermodynamik 1

4	**Inhalte:** *Inhalte der Lehrveranstaltung Kraft- und Arbeitsmaschinen:* • 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, Isentrope und Polytrope Wirkungsgrade • Kraftwerksprozesse • Dampfkraftprozess & dessen Optimierung, Kombikraftwerk, Kraftwerksprozesse der Zukunft *Inhalte der Lehrveranstaltung Chemische Verfahrenstechnik:* • Ziele/Aufgaben der Technischen Chemie, Grundbegriffe, Bilanzgrößen, Bilanzraum • Mikrokinetik in homogener Phase (einfache und zusammengesetzte Reaktionen) • Transportprozesse (Diffusion, Konvektion), Transportgleichungen • Mischen und Rühren • Dimensionsanalyse • Wärmeübertragung • Modelle idealer Reaktoren • Reaktionsführung • Reaktortypen
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. Die Studierenden können die Prinzipien zur Charakterisierung und Auslegung chemischer Reaktoren, sowie das Zusammenspiel von Mikro- und Makrokinetik und der Katalyse beschreiben. Weiterhin sind die Studierenden in der Lage, den Zusammenhang von Reaktionskinetik und Wärme- und Stoffübergang, sowie Mikro- und Makrokinetik in realen Anwendungen zu analysieren und abzuschätzen. Die Studierenden haben die Fähigkeit zur sprachlich und logisch korrekten Argumentation und zur Kommunikation wissenschaftlicher Sachverhalte, indem sie die Lösung von Übungsaufgaben ausarbeiten und mündlich, z. B. an der Tafel, 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 30 - 45 Minuten</td><td>50 %</td></tr><tr><td>b)</td><td>Klausur oder mündliche Prüfung</td><td>90 - 120 Minuten oder 30 - 45 Minuten</td><td>50 %</td></tr></table>In der Prüfung sollen die Studierenden verschiedene Energieumwandlungsprozesse analysieren und mit angemessenen Methoden berechnen.</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 bestanden sind.</td></tr>
<tr><td>10</td><td>Gewichtung für Gesamtnote:
Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).</td></tr>
<tr><td>11</td><td>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:
keine</td></tr>
<tr><td>12</td><td>Modulbeauftragte/r:
Prof. Dr. Tina Kasper</td></tr>
<tr><td>13</td><td>Sonstige Hinweise:</td></tr>
</table>

2.2 Vertiefungsrichtung Kunststofftechnik

2.2.1 Kunststofftechnologie

Kunststofftechnologie						
Plastic technology						
Modulnummer:	**Workload (h):**	**LP:**	**Studiensem.:**	**Turnus:**	**Dauer (in Sem.):**	**Sprache:**
M.104.7206	240	8	1.-3. Semester	Sommer- / Wintersemester	2	de

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	**Lehrform**	**Kontaktzeit (h)**	**Selbststudium (h)**	**Status (P/WP)**	**Gruppengröße (TN)**
a)	L.104.42220 Kunststofftechnologie 1	V2 Ü1, WS	45	75	P	40-60
b)	L.104.42225 Kunststofftechnologie 2	V2 Ü1, SS	45	75	P	40-60

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

keine

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

Empfohlen: Grundlagen der Verfahrenstechnik und der Kunststoffverarbeitung, Fluidmechanik

4	**Inhalte:** *Inhalte der Lehrveranstaltung Kunststofftechnologie 1:* • 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 • Verarbeitung auf Schneckenmaschinen • Nutbuchsenextruder • Doppelschneckenmaschinen • Kalandrieren • Spritzgießen thermoplastischer Kunststoffe *Inhalte der Lehrveranstaltung Kunststofftechnologie 2:* • 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
5	**Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:** Die Studierenden können einfache isotherme und nichtisotherme Strömungen in der Kunststoffverarbeitung z.B. mittels physikalischer Erhaltungssätze analysieren und untersuchen. Sie sind in der Lage strukturviskoses Materialverhalten mathematisch abzubilden sowie physikalische Strömungsgesetze zu interpretieren und anzuwenden. Des Weiteren erlernen die Studierenden, Kunststoffverarbeitungsverfahren miteinander zu vergleichen und für gegebene Anwendungen geeignete Verfahren auszuwählen. Ziel ist es, den Studierenden die mathematisch-physikalische Beschreibung von Urformprozessen zu vermitteln. Damit soll das grundlegende Prozessverständnis und die mathematisch-physikalische Denkweise geschult werden.

<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>Klausur oder mündliche Prüfung</td><td>180 - 240 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.</td></tr>
<tr><td>10</td><td>Gewichtung für Gesamtnote:
Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).</td></tr>
<tr><td>11</td><td>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:
Masterstudiengang Chemieingenieurwesen, Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau</td></tr>
<tr><td>12</td><td>Modulbeauftragte/r:
Prof. Dr.-Ing. Elmar Moritzer</td></tr>
<tr><td>13</td><td>Sonstige Hinweise:</td></tr>
</table>

2.2.2 Mehrkomponentige Kunststoffbauteile – Herstellen und Fügen

Mehrkomponentige Kunststoffbauteile – Herstellen und Fügen

Multi component parts - manufacturing and joining

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiensem.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:
M.104.7208	240	8	1.-3. Semester	Wintersemester	1	de

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.104.41280 Fügen von Kunststoffen	V2 Ü1, WS	45	75	P	40-60
b)	L.104.41295 Mehrkomponententechnik	V2 Ü1, WS	45	75	P	40-60

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

keine

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

Empfohlen: Grundlagen der Verfahrenstechnik und der Kunststoffverarbeitung, Standardverfahren Spritzgießen, Standardverfahren Extrusion

4 **Inhalte:**

Inhalte der Lehrveranstaltung Fügen von Kunststoffen:
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

Inhalte der Lehrveranstaltung Mehrkomponententechnik:
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

Contents of the course Fügen von Kunststoffen:
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

Contents of the course Mehrkomponententechnik:
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. 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. 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 die Methoden zur Auslegung der Produkte.

6 **Prüfungsleistung:**

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

zu	**Prüfungsform**	**Dauer bzw. Umfang**	**Gewichtung für die Modulnote**
a) - b)	Klausur oder mündliche Prüfung	180 - 240 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.

10	**Gewichtung für Gesamtnote:** Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).
11	**Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:** Masterstudiengang Chemieingenieurwesen, Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau
12	**Modulbeauftragte/r:** Prof. Dr.-Ing. Volker Schöppner
13	**Sonstige Hinweise:**

2.2.3 Werkzeugauslegung in der Kunststoffverarbeitung

Werkzeugauslegung in der Kunststoffverarbeitung

Tool design in polymer processing

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiensem.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:
M.104.7210	240	8	1.-3. Semester	Sommersemester	1	de

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.104.42250 Digitalbasierte Simulationsverfahren in der Kunststofftechnik	V2 Ü1, SS	45	75	P	40-60
b)	L.104.42290 Werkzeuge der Kunststoffverarbeitung	V2 Ü1, SS	45	75	P	40-60

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

keine

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

Empfohlen: Grundlagen der Verfahrenstechnik und der Kunststoffverarbeitung

4 **Inhalte:**

Inhalte der Lehrveranstaltung Digitalbasierte Simulationsverfahren in der Kunststofftechnik:

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

Inhalte der Lehrveranstaltung Werkzeuge der Kunststoffverarbeitung:

- 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

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

Die Studierenden sind in der Lage mathematische Grundlagen von Simulationsprogrammen zur Berechnung von Werkstoffen und Strömungen zu beschreiben und entsprechende Standardprogramme zu bedienen sowie formgebende Maschinenkomponenten produktorientiert zu vergleichen und auszulegen.

6 **Prüfungsleistung:**

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

zu	**Prüfungsform**	**Dauer bzw. Umfang**	**Gewichtung für die Modulnote**
a) - b)	Klausur oder mündliche Prüfung	180 - 240 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.

10 **Gewichtung für Gesamtnote:**

Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).

11	**Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:** Masterstudiengang Maschinenbau, Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau
12	**Modulbeauftragte/r:** Prof. Dr.-Ing. Elmar Moritzer
13	**Sonstige Hinweise:**

2.3 Vertiefungsrichtung Mechatronik

2.3.1 Moderne Methoden der Regelungstechnik 1

Moderne Methoden der Regelungstechnik 1						
Modern methods of automatic control 1						
Modulnummer:	**Workload (h):**	**LP:**	**Studiensem.:**	**Turnus:**	**Dauer (in Sem.):**	**Sprache:**
M.104.7212	240	8	1. Semester	Wintersemester	1	de

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	**Lehrform**	**Kontaktzeit (h)**	**Selbststudium (h)**	**Status (P/WP)**	**Gruppengröße (TN)**
a)	L.104.52270 Höhere Regelungstechnik	V2 Ü1, WS	45	75	P	20-40
b)	L.104.52280 Nichtlineare Regelungen	V2 Ü1, WS	45	75	P	20-40

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

keine

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

Empfohlen: Kenntnisse, wie sie in den Veranstaltungen Regelungstechnik und Regelungstechnik 2 vermittelt werden.

Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Höhere Regelungstechnik:
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:**

Inhalte der Lehrveranstaltung Höhere Regelungstechnik:
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

Inhalte der Lehrveranstaltung Nichtlineare Regelungen:
Das Thema der Vorlesung ist Stabilitätsuntersuchung, Stabilisierung und Regelungsentwurf nichtlinearer Systeme.

- Stabilität von Ruhelagen
- Grenzzyklen und Harmonische Balance
- Stabilitätstheorie von Lyapunov
- Control Lyapunov Funktionen
- Reglerentwurf durch exakte Linearisierung
- Beobachter für nichtlineare Systeme

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

Die Studierenden kennen die wichtigsten Methoden zur Beschreibung, Analyse und Synthese linearer und nichtlinearer dynamischer Systeme im Frequenzbereich bzw. im Zustandsraum und können diese an einfachen Beispielen anwenden.

6 **Prüfungsleistung:**

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

zu	**Prüfungsform**	**Dauer bzw. Umfang**	**Gewichtung für die Modulnote**
a) - b)	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 bestanden ist.
10	**Gewichtung für Gesamtnote:** Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).
11	**Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:** Masterstudiengang Maschinenbau, Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau
12	**Modulbeauftragte/r:** Prof. Dr. Ansgar Trächtler
13	**Sonstige Hinweise:**

2.3.2 Dynamik technischer Systeme

Dynamik technischer Systeme

Dynamics of technical systems

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiensem.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:
M.104.7214	240	8	1.-3. Semester	Sommersemester	1	de

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.104.12220 Mehrkörperdynamik	V2 Ü1, SS	45	75	P	30-60
b)	L.104.12215 Nichtlineare Schwingungen	V2 Ü1, SS	45	75	P	30-60

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

keine

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

Empfohlen: Grundkenntnisse in Mathematik und Mechanik, wie sie in den Vorlesungen des Bachelorstudiums Maschinenbau und in der Vorlesung Maschinen- und Systemdynamik vermittelt werden.

4 **Inhalte:**

Inhalte der Lehrveranstaltung Mehrkörperdynamik:

- 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

	Inhalte der Lehrveranstaltung Nichtlineare Schwingungen: • 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 *Contents of the course Mehrkörperdynamik:* • 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. *Contents of the course Nichtlineare Schwingungen:* • 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:** Mehrkörperdynamik Die Studierenden sind befähigt, selbständig die dynamischen Gleichungen von komplexen mechanischen Systemen rechnergestützt herzuleiten bzw. zu erstellen und zu lösen. Nichtlineare Schwingungen Die Studierenden können selbständig nichtlineare schwingungstechnische Probleme 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>Klausur oder mündliche Prüfung</td><td>180 - 240 Minuten oder 45 - 60 Minuten</td><td>100%</td></tr></table>In der Prüfung sollen die Studierenden die wesentlichen Grundlagen zur Mehrkörperdynamik und nichtlinearen Schwingungen wiedergeben, erklären und anwenden können.</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.</td></tr>
<tr><td>10</td><td>Gewichtung für Gesamtnote:
Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).</td></tr>
<tr><td>11</td><td>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:
Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau</td></tr>
<tr><td>12</td><td>Modulbeauftragte/r:
Prof. Dr.-Ing. habil. Walter Sextro</td></tr>
<tr><td>13</td><td>Sonstige Hinweise:
Die Veranstaltung Mehrkörperdynamik wird im WS21/22 zusätzlich digital angeboten.</td></tr>
</table>

2.3.3 Produkt- und Prozessgestaltung

Produkt- und Prozessgestaltung						
Product and process design						
Modulnummer:	**Workload (h):**	**LP:**	**Studiensem.:**	**Turnus:**	**Dauer (in Sem.):**	**Sprache:**
M.104.7216	240	8	1.-3. Semester	Wintersemester	1	de

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	**Lehrform**	**Kontaktzeit (h)**	**Selbststudium (h)**	**Status (P/WP)**	**Gruppengröße (TN)**
a)	L.104.51270 Systems Engineering	V2 Ü1, WS	45	75	P	40-80
b)	L.104.11231 Methoden des Qualitätsmanagements	V2 Ü1, WS	45	75	P	40-80

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

keine

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

Empfohlen: Entwicklungsmethodik, Produktentstehung (PE I/II)

Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Systems Engineering:
Empfohlen: Entwicklungsmethodik, Produktentstehung

Prerequisites of course Systems Engineering:
Recommended: development methodology, product creation

4 **Inhalte:**

Ingenieurinnen und Ingenieure arbeiten in der Produktentwicklung zunehmend interdisziplinär, um Anforderungen an komplexe technische Produkte analysieren und in technische Spezifikationen umsetzen zu können. Dabei müssen die geforderten Merkmale zukünftiger Produkte ebenso berücksichtigt werden wie die zur Verfügung stehenden Produktionstechnologien. Das Systemdenken ist hier ein grundlegender Ansatz, der in Systems Engineering umgesetzt wird – eine interdisziplinäre Entwicklungsmethodik für derartige komplexe technische Systeme. Qualität bezieht sich auf die Erfüllung von Anforderungen. Das Qualitätsmanagement stellt Methoden bereit, die die anforderungsgerechte Produktion gewährleisten sollen. Maßnahmen müssen in der Produktion angewendet werden und dafür im Rahmen der Produkt- und Produktionssystementwicklung definiert werden. Systems Engineering und Qualitätsmanagement haben ihren Schwerpunkt entsprechend in eng miteinander verknüpfen Systemen.

Inhalte der Lehrveranstaltung Systems Engineering:

- Einführung in Systems Engineering
- Voraussetzung für die industrielle Umsetzung
- Kernelement Systemdenken – Ganzheitlich denken und handeln
- 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
- Kernelement Systems Engineer
- Beitrag von Systems Engineering für die Nachhaltigkeit
- Der Praxistransfer – Systems Engineering einführen

Inhalte der Lehrveranstaltung Methoden des Qualitätsmanagements:

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

Engineers increasingly have to work in an interdisciplinary manner in product engineering in order to be able to analyse requirements for complex technical products and translate them into technical specifications. The required characteristics of future products must be taken into account as well as the available production technologies. Systems thinking, adaptable engineering processes and model-based engineering are helpful tools and principles for this, which are merged within systems engineering - an interdisciplinary development methodology for complex technical systems.Thus, contents from the lecture Product Creation (M.104.7222) are taken up and enriched by an approach with growing industrial importance. Quality in turn refers to the fulfilment of requirements. Quality management provides methods to ensure that production meets requirements. Measures must be applied in production and defined for this purpose within the framework of product and production system development. Systems engineering and quality management accordingly focus on different phases of product development, but are closely linked.

Contents of the course Systems Engineering:

- Introduction to Systems Engineering
- Prerequisite for industrial implementation
- Core element systems thinking - think and act holistically
- Core element engineering methodology – engineering 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
- Core element Systems Engineer
- Contribution of systems engineering to sustainability
- Transfer into practice - introducing systems engineering

Contents of the course Methoden des Qualitätsmanagements:

- The concept of quality
- Elements of quality management
- Process-orientated quality management
- Product realisation (quality planning, development, sourcing, production)
- Measurement, analysis and improvement (test planning, test equipment management)
- Fundamentals of statistics
- Quality control
- Quality audits

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

Die Studierenden beschreiben das Vorgehen zur Entwicklung komplexer technischer Systeme. Die Teilnehmenden wenden Methoden zur Systemmodellierung und die Grundregeln der interdisziplinären Zusammenarbeit an. Dabei kombiniert die Veranstaltung SE technische und organisatorische Aspekte eines Entwicklungsprojekts und vermittelt anhand eines Prozessrahmenwerks das Vorgehen sowie dessen individuelle Anpassung für den Übertrag in eigene Projekte. Nach Abschluss der Veranstaltung QM kennen die Studierenden grundlegende Konzepte und Methoden des Qualitätsmanagements und erläutern diese. Nach dem Besuch der Übungen beschreiben die Studierenden die Zusammenhänge der einzelnen Methoden des Qualitätsmanagements und wenden sie auf Probleme der Praxis an.

The students describe approaches to develop complex technical systems. The students apply methods for system modelling and basic rules of interdisciplinary cooperation. The lecture combines SE technical and organisational aspects of a development project and uses a process framework to teach the approach and its individual adaptation for transfer to own projects. After completion of the course QM, students will know basic concepts and methods of quality management and explain them. After attending the exercises, students describe the interrelationships between the individual methods of quality management and apply them to practical problems.

6 **Prüfungsleistung:**

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

zu	**Prüfungsform**	**Dauer bzw. Umfang**	**Gewichtung für die Modulnote**
a) - b)	Klausur oder mündliche Prüfung	120 - 240 Minuten oder 45 - 60 Minuten	100%

In der Prüfung sollen die Studierenden für exemplarische Problemstellungen die zugrundeliegenden Elementarprozesse erläutern sowie geeignete Verfahren auswählen und ihre Anwendung praktisch 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 bestanden ist.

10	**Gewichtung für Gesamtnote:** Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).
11	**Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:** Masterstudiengang Maschinenbau, Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau
12	**Modulbeauftragte/r:** Prof. Dr. Iris Gräßler, Prof. Dr. Iryna Mozgova
13	**Sonstige Hinweise:**

2.4 Vertiefungsrichtung Produktentwicklung

2.4.1 Antriebstechnik

<table>
<tr><th colspan="8">Antriebstechnik</th></tr>
<tr><td colspan="8">Drive Technology</td></tr>
<tr><td colspan="2">Modulnummer:
M.104.7218</td><td>Workload (h):
240</td><td>LP:
8</td><td>Studiensem.:
1.-3. Semester</td><td>Turnus:
Wintersemester</td><td>Dauer (in Sem.):
1</td><td>Sprache:
de</td></tr>
<tr><td>1</td><td colspan="7">Modulstruktur:
<table>
<tr><th></th><th>Lehrveranstaltung</th><th>Lehr-form</th><th>Kontakt-zeit (h)</th><th>Selbst-studium (h)</th><th>Status (P/WP)</th><th>Gruppen-größe (TN)</th></tr>
<tr><td>a)</td><td>L.104.14232
Antriebstechnik</td><td>V4
Ü2,
WS</td><td>90</td><td>150</td><td>P</td><td>30-60</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>2</td><td colspan="7">Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:
keine</td></tr>
<tr><td>3</td><td colspan="7">Teilnahmevoraussetzungen:
Empfohlen: Grundkenntnisse in Maschinenelemente, Technischer Mechanik und Mathematik, Grundlagen der Elektrotechnik</td></tr>
</table>

4	**Inhalte:** *Inhalte der Lehrveranstaltung Antriebstechnik:* • *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 wird beschrieben. • *Elektrische Maschinen:* Das Kapitel beinhaltet die Erläuterung von Gleich- sowie Wechselstromotoren, deren Funktionsweise und behandelt besondere Motorenbauformen. • *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, Baukastensysteme sowie Sonderbauformen werden beschrieben. • *Multi Motor Drive Systems (MMDS):* MMDS werden Single Motor Drive Systems (SMDS) gegenübergestellt und Anforderungen an die Auslegung sowie sinnvolle Betriebsstrategien erläutert. • *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. *Contents of the course Antriebstechnik:* • *Fundamentals:* The physical and general basics of drive technology are presented and important terms are explained by using examples. The procedure for drive design, including the consideration of safety-relevant topics, is described. • *Electrical machines:* Direct- and alternating motors, their behavior and special motor designs are explained. • *Frequency inverters:* The Functionality of inverters and relevant aspects for usage are described, including application examples. • *Gear transmission:* Function and important properties of transmission design, modular systems and special designs are presented. • *Multi motor drive systems MMDS:* MMDS and single motor drive systems are compared and design requirements as well as operating strategies are described. • *Clutch and brake:* General functions of clutch and mostly used designs are presented. Acceleration and braking behavior, especially for spring applied brakes, is explained in detail by using application examples.
5	**Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:** Die Veranstaltungen vermitteln systematisch aufgebaute Kenntnisse zu elektromechanischen Antriebssystemen und die Fähigkeiten, diese Systeme anwendungsgerecht auszuwählen und auszulegen. Die Studierenden können

- zur Beschreibung von Bewegungsverhalten relevante physikalische Gesetzmäßigkeiten nennen und zur Lösung antriebstechnischer Fragestellungen heranziehen,
- die Zuordnung von Antrieben zu Prozessen, die in Maschinen- und Anlagen ablaufen, vornehmen sowie die relevanten Merkmale der Antriebskomponenten festlegen,
- die Funktionsweise und die Eigenschaften der Komponenten elektromechanischer Antriebssysteme beschreiben (vgl. Inhalt) und
- aktuelle Entwicklungen und Forschungsthemen im Bereich der Antriebstechnik, wie die Zustandsüberwachung, die Energieeffizienz und spezielle Ausprägungen von Antriebssystemen wie Mehrmotorensysteme beschreiben und ihre Einsatzzwecke und Eigenschaften erläutern.

The courses provide students with a systematically structured knowledge of electromechanical drive systems as well as with the skills to select and design these systems in an application-oriented manner. Students may

- name relevant physical principles to describe motion behavior and use them to solve drive-technological problems
- assign drives to processes taking place in machines and plants and determine the relevant characteristics of the drive components
- describe the functional principle and properties of the components of electromechanical drive systems (compare content) and
- describe current developments and research topics in the field of drive technology such as condition monitoring, energy efficiency and special features of drive systems such as multi-motor systems and explain their intended purpose and characteristics.

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 bestanden ist.

10 **Gewichtung für Gesamtnote:**

Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).

11	**Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:** Masterstudiengang Chemieingenieurwesen, Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau
12	**Modulbeauftragte/r:** Prof. Dr. Balázs Magyar
13	**Sonstige Hinweise:**

2.4.2 Numerische Verfahren in der Produktentwicklung

Numerische Verfahren in der Produktentwicklung

Numerical methods in product development

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiensem.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:
M.104.7220	240	8	1.-3. Semester	Sommersemester	1	de

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.104.12220 Mehrkörperdynamik	V2 Ü1, SS	45	75	P	30-60
b)	L.104.13242 Numerische Methoden in der Produktentwicklung 2	V2 Ü1, SS	45	75	P	30-60

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

keine

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

Empfohlen: Grundkenntnisse in Mathematik und Mechanik, wie sie in den Vorlesungen des Bachelorstudiums Maschinenbau und in der Vorlesung Maschinen- und Systemdynamik vermittelt werden. Grundkenntnisse NM, wie sie in der Vorlesung Numerische Methoden in der Produktentwicklung 1 des Bachelorstudiengangs Maschinenbau vermittelt werden.

4 **Inhalte:**

Inhalte der Lehrveranstaltung Mehrkörperdynamik:

- 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

Inhalte der Lehrveranstaltung Numerische Methoden in der Produktentwicklung 2:

- Vertiefung und Erweiterung der praktischen Anwendung der Numerischen Methoden (NM)
- NM bei Dynamikproblemen, Bewegungsgleichung, Massenmatrizen, Dämpfungsmatrizen, Schwingungen von elastischen Systemen
- Eigenschwingungen und erzwungene Schwingungen
- Lösung der Bewegungsgleichung mit impliziter und expliziter NM
- NM bei nichtlinearen Verformungen, geometrische Steifigkeitsmatrix, Knicken von Balken, Beulen von Platten

Contents of the course Mehrkörperdynamik:

- 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, selbständig die dynamischen Gleichungen von komplexen mechanischen Systemen rechnergestützt herzuleiten bzw. zu erstellen und zu lösen. Darüber hinaus können sie mit den Prinzipien numerischer Methoden Bewegungsgleichungen und Steifigkeitsbeziehungen für Stabilitätsprobleme für elastische Systeme aufstellen sowie Eigenwerte und Eigenformen ermitteln.

6 **Prüfungsleistung:**

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

zu	**Prüfungsform**	**Dauer bzw. Umfang**	**Gewichtung für die Modulnote**
a) - b)	Klausur oder mündliche Prüfung	180-240 Minuten oder 45-60 Minuten	100%

In der Prüfung sollen die Studierenden die wesentlichen Grundlagen zur Mehrkörperdynamik und Numerische Methoden in der Produktentwicklung 2 wiedergeben, erklären und anwenden können.

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.
10	**Gewichtung für Gesamtnote:** Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).
11	**Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:** Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau
12	**Modulbeauftragte/r:** Prof. Dr.-Ing. Gunter Kullmer, Prof. Dr.-Ing. habil. Walter Sextro
13	**Sonstige Hinweise:**

2.4.3 Produktentstehung

Produktentstehung						
Product creation						
Modulnummer:	**Workload (h):**	**LP:**	**Studiensem.:**	**Turnus:**	**Dauer (in Sem.):**	**Sprache:**
M.104.7222	240	8	1.-3. Semester	Sommer- / Wintersemester	2	de

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	**Lehrform**	**Kontaktzeit (h)**	**Selbststudium (h)**	**Status (P/WP)**	**Gruppengröße (TN)**
a)	L.104.51210 Produktentstehung 1	V2 Ü1, WS	45	75	P	90 - 200
b)	L.104.51230 Produktentstehung 2	V2 Ü1, SS	45	75	P	90 - 200

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

keine

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

Empfohlen: Entwicklungsmethodik

4 **Inhalte:**

Der Markterfolg innovativer Produkte basiert auf Exzellenz in der Produktentstehung. Die Produktentstehung umfasst die strategische Produktplanung, das Innovationsmanagement, die Produktentwicklung, die Produktionsvorbereitung, die Realisierung sowie eine durchgängige informationstechnische Unterstützung im Sinne einer Digitalen und Virtuellen Produktentstehung. Der Produktentstehungsprozess reicht somit von der strategischen Geschäftsfeldplanung bis zur Inbetriebnahme einzelner Produkte bei Kunden und gewinnt insbesondere vor dem Hintergrund der sich vollziehenden digitalen Transformation und der Notwendigkeit zur Entwicklung nachhaltiger Produkte 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. Das Modul Produktentstehung vertieft im ersten Teil die Entwicklung von Strategien und Geschäftsmodellen und betrachtet im zweiten Teil das Entwicklungsmanagement sowie das Produktionsmanagement.

Inhalte der Lehrveranstaltung Produktentstehung 1:

- Theorie der Invention, Innovation und Diffusion
- Innovationsmanagement und -bewertung
- Generische Ansätze zur Markt- und Stakeholderanalyse
- Methoden der Vorausschau
- Ansätze zur Strategieentwicklung
- Geschäftsmodellgestaltung
- Strategieumsetzung und Change Management
- Grundlagen des Value Managements
- Entwicklungsmethodiken (VDI 2221, VDI/VDE 2206:2021)

Inhalte der Lehrveranstaltung Produktentstehung 2:

- Entwicklungsmethodik VDI/VDE 2206:2021
- Entwicklung cyber-physischer Systeme
- Methoden der Anforderungsentwicklung
- Planung und Durchführung der Eigenschaftsabsicherung
- Komplexitätsbeherrschung mit Design Structure Matrizen
- Design-for-X
- Agile Entwicklungsansätze
- Modellbasierte Produktentstehung und Systems Engineering
- Product Lifecycle Management
- Produktionssystementwicklung (cyber-physische Produktionssysteme)
- Lean Manufacturing

The market success of innovative products is based on excellence in product creation. Product creation encompasses strategic product planning, innovation management, product development, 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. To increase effectiveness and efficiency in interdisciplinary product development, the value system, design principles, methods and tools are presented and applied on the basis of a product development system. This enables students to analyse product creation processes in different sectors with regard to the improvement potential and to develop concepts for reorganisation based on this. The module Product Creation provides an in-depth insight into the product creation process. The first part focuses on the development of strategies and business models and the second part on engineering management and production management.

Contents of the course Produktentstehung 1:

- Theory of invention, innovation and diffusion
- Innovation management and assessment
- Generic approaches of market and stakeholder analysis
- Methods of foresight
- Approaches to strategy development
- Business model design
- Strategy implementation and change management
- Foundations of value management
- Engineering methodologies (VDI 2221, VDI/VDE 2206:2021)

	Contents of the course Produktentstehung 2: • Engineering methodology VDI/VDE 2206:2021 • Engineering of cyber-physical systems (CPS) • Methods of requirements engineering • Planning and implementation of property validation • Complexity control with design structure matrices • Design-for-X • Agile development approaches • Model-based product creation and systems engineering • Product Lifecycle Management • Production system development (cyber-physical production systems) • Lean Manufacturing
5	**Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:** Nach Abschluss der Veranstaltung PE 1 sind die Studierenden in der Lage, Marktchancen anhand generischer Modelle zu bewerten. Die Studierenden kennen das theoretische Rahmenwerk von Innovationen und sind in der Lage, dieses auf neue Inhalte anzuwenden. Die Studierenden können Methoden der Vorausschau selbstständig anwenden. Sie werden befähigt, Unternehmensstrategien voneinander abzugrenzen und zu analysieren. Abhängig von Einsatzkriterien wählen sie geeignete Methoden und Vorgehensweisen der Produktentwicklung aus und wenden diese auf ingenieurwissenschaftliche Problemstellungen an. Durch die Veranstaltung PE 2 werden die Studierenden befähigt, ausgewählte Methoden und Vorgehensweisen der Produktentwicklung auf neue Sachverhalte anzuwenden. Die Studierenden kennen Ansätze des Anforderungsmanagements, zum Design-for-X und zum Komplexitätsmanagement und wenden diese an. Sie bearbeiten selbstständig Aufgaben auf Basis der modellbasierten Systementwicklung und der integrierten Produktentwicklung. Zur effektiven und effizienten Produktion kennen sie aktuelle Ansätze, wie z.B. Lean Manufacturing und Digitalisierung, und wenden diese an. Sie kennen darüber hinaus zugehörige Anwendungen zur Datenhaltung und -verwaltung in PLM-Systemen. After completing PE 1, students are able to evaluate markets using generic models. Students know the theoretical framework of innovations and are able to apply it to new contents. Students will be able to independently apply methods of foresight. They are enabled to differentiate and analyse existing strategies of companies. Depending on application criteria, they select suitable methods and procedures of product development and apply them to engineering problems. The PE 2 course enables students to apply selected methods and procedures of product engineering to new situations. The students know approaches to requirements management, Design-for-X and complexity management and are able to apply them. They work independently on tasks based on integrated approaches such as model-based system development and integrated product development. For effective and efficient production, they know current approaches, such as lean manufacturing and digitalisation, and apply them. They also know associated applications for data management and administration in PLM 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) - b)</td><td>Hausarbeit oder Klausur</td><td>10-40 Seiten oder 180-240 Minuten</td><td>100%</td></tr>
</table>
In der Prüfung sollen die Studierenden für exemplarische Problemstellungen die zugrundeliegenden Elementarprozesse erläutern sowie geeignete Verfahren auswählen und ihre Anwendung praktisch erläutern.</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.</td></tr>
<tr><td>10</td><td>Gewichtung für Gesamtnote:
Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).</td></tr>
<tr><td>11</td><td>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:
Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau</td></tr>
<tr><td>12</td><td>Modulbeauftragte/r:
Prof. Dr. Iris Gräßler</td></tr>
<tr><td>13</td><td>Sonstige Hinweise:</td></tr>
</table>

2.5 Vertiefungsrichtung Fertigungstechnik

2.5.1 Fertigungseinrichtungen

Fertigungseinrichtungen

Manufacturing equipment

Modulnummer:	**Workload (h):**	**LP:**	**Studiensem.:**	**Turnus:**	**Dauer (in Sem.):**	**Sprache:**
M.104.7224	240	8	1.-3. Semester	Sommersemester	1	de / en

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	**Lehrform**	**Kontaktzeit (h)**	**Selbststudium (h)**	**Status (P/WP)**	**Gruppengröße (TN)**
a)	L.104.24270 Tooling technology	V2 Ü1, SS	45	75	P	90 - 200
b)	L.104.24265 Werkzeugmaschinentechnolog	V2 Ü1, SS	45	75	P	90 - 200

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

keine

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

keine

4 **Inhalte:**

Inhalte der Lehrveranstaltung Tooling technology:

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

	Inhalte der Lehrveranstaltung Werkzeugmaschinentechnologie: • Einführung in Werkzeugmaschinen • Komponenten von Werkzeugmaschinen: Gestelle, Führungen, Antriebe und Steuerungen von Werkzeugmaschinen • Pressen: Pressenkomponenten, Antriebskonzepte, Pressenpheripherie, • Werkzeugmaschinen in der Blechbearbeitung • Maschinensicherheit • Pneumatik • Maschinenabnahme *Contents of the course Tooling technology:* • 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 *Contents of the course Werkzeugmaschinentechnologie:* • Introduction to Machine Tools • Machine Tool Components: Frames, Guides, Drives, and Controls • Presses: Press Components, Drive Concepts, Press Peripherals • Machine Tools in Sheet Metal Processing • Machine Safety • Pneumatics • Machine Acceptance
5	**Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:** Werkzeugtechnologie: Die Studierenden erlangen grundlegende Kompetenzen bei der Gestaltung und Auslegung von Werkzeugen, auch unter Zuhilfenahme 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 abgeleitet werden können. Vertiefte Kompetenzen werden im Bereich der Vermessung von Werkzeugen und Werkstücken erworben. Dementsprechend sind die Studierenden in der Lage, für einfache Blechbauteile Umformwerkzeuge auszulegen, zu gestalten, hinsichtlich deren Fertigung unterstützend zu wirken als auch diese hinsichtlich der Einsatzfähigkeit zu überprüfen und zu charakterisieren. Werkzeugmaschinentechnologie: Die Studierenden haben einen Überblick über gängige Werkzeugmaschinen erhalten. Sie wissen wie die entsprechenden Anwendungsfelder aussehen und welche wirtschaftliche Bedeutung damit verbunden ist. Die Studierenden kennen den Aufbau der wichtigsten Werkzeugmaschinen. Sie kennen deren Funktionsweise und wissen wie sie hinsichtlich Leistungsfähigkeit einzuordnen sind. 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

Tooling Technology: Students acquire fundamental competencies in the design and engineering of tools, including the use of CAD tools. Furthermore, they are able to apply Finite Element Method (FEM) techniques to the design of tools. With regard to the manufacturing of forming tools, students gain knowledge in the field of CAM, enabling them to derive simple CNC milling programs. Advanced competencies are acquired in the measurement of tools and workpieces. Consequently, students are able to design and engineer forming tools for simple sheet metal components, provide technical support during their manufacture, and evaluate and characterize them in terms of their operational suitability.

Machine Tool Technology: Students gain an overview of common machine tools. They understand the relevant fields of application and the associated economic significance. Students are familiar with the structural design of the most important machine tools. They understand their operating principles and know how to classify them in terms of performance capabilities. This applies in particular to forming machine tools, which constitute a key technical focus of the lecture course. Through accompanying practical exercises, students acquire comprehensive knowledge regarding the application of pneumatic systems in machine tools and the measurement of machine tools.

6 **Prüfungsleistung:**

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

zu	**Prüfungsform**	**Dauer bzw. Umfang**	**Gewichtung für die Modulnote**
a) - b)	Klausur oder mündliche Prüfung	180 - 240 Minuten oder 45 - 60 Minuten	100%

In der Prüfung sollen die Studierenden für exemplarische Problemstellungen die zugrundeliegenden Fertigungseinrichtungen erläutern und geeignete Verfahren zur Herstellung auswählen.

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.

10 **Gewichtung für Gesamtnote:**

Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).

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

Masterstudiengang Maschinenbau, Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau

12 **Modulbeauftragte/r:**

Prof. Dr.-Ing. Werner Homberg

13 **Sonstige Hinweise:**

2.5.2 Fügeverfahren für Leichtbaustrukturen

Fügeverfahren für Leichtbaustrukturen

Joining technologies for lightweight structures

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiensem.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:
M.104.7226	240	8	1.-3. Semester	Sommer- / Wintersemester	2	de

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.104.21210 Mechanische Fügeverfahren	V2 Ü1, SS	45	75	P	20-40
b)	L.104.21255 Thermische Fügeverfahren	V2 Ü1, WS	45	75	P	20-40

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

keine

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Mechanische Fügeverfahren:
Empfohlen: Werkstoffkunde

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

4 **Inhalte:**

Inhalte der Lehrveranstaltung Mechanische Fügeverfahren:

- Einführung in die mechanische Fügetechnik (Einteilung und Begriffe)
- Abgrenzung der mechanischen Fügeverfahren gegenüber anderen Fügeverfahren
- Verfahrensdarstellungen, Werkzeuge, Fügeeinrichtungen
- Mechanische Fügeverfahren
- Verbindungseigenschaften, Einsatzgesichtspunkte, Anwendungen
- Nietverfahren (insbesondere Stanznieten und Blindnieten)
- Verbinden mit Funktionselementen
- Clinchverfahren
- Linienförmiges umformtechnisches Fügen
- Weitere Verfahren und aktuelle Verfahrensentwicklungen
- Qualitätssicherung und Prüfung mechanisch gefügter Verbindungen
- Auswahl von mechanischen Fügeverfahren
- Kombination des mechanischen Fügens mit anderen Verfahren (Hybridfügen)
- Reparatur und Recycling mechanisch gefügter Verbindungen
- Praktische Präsentation von Werkzeugen und Fügeeinrichtungen

	Inhalte der Lehrveranstaltung Thermische Fügeverfahren: • Einführung in die Schweißtechnik • Bedeutung und Einordnung der Schweißtechnik • 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
5	**Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:** Die Studierenden können mechanische (z.B. Nieten) und thermische Fügeverfahren (z.B. Schweißen) mit ihren spezifischen Vor- und Nachteilen sowie Anwendungsgebieten benennen. Sie können zudem die verfahrenstechnischen Grundlagen und die Auswirkungen von und auf Werkstoff, Konstruktion und Fertigung erläutern. Ergänzend sind sie im Stande, Grundlagen zur werkstoff-, beanspruchungs- und fertigungsgerechten Gestaltung zu nennen. Letztendlich sind Sie darüber hinaus in der Lage, für gegebene Problemstellungen eine grundlegende Auswahl eines geeigneten Fügeverfahrens vorzunehmen. Die Studierenden können in exemplarischen Gebieten der Fügetechnik die relevanten Zusammenhänge erläutern. Sie sind darüber hinaus in der Lage, die in den Grundlagenvorlesungen erworbenen Kenntnisse und Verfahren auf diese Gebiete anzuwenden bzw. Vergleiche zwischen den einzelnen Verfahren anzustellen, um für entsprechende Problemstellungen die geeigneten Verfahren und Prozesse auszuwählen und grundlegend auslegen zu können.

<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>Klausur oder mündliche Prüfung</td><td>180-240 Minuten oder 45-60 Minuten</td><td>100%</td></tr></table>In der Prüfung sollen die Studierenden für exemplarische Problemstellungen aus der Fügetechnik die zugrundeliegenden Mechanismen erläutern sowie geeignete Verfahren auswählen, hinsichtlich der Eigenschaften charakterisieren und bewerten.</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.</td></tr>
<tr><td>10</td><td>Gewichtung für Gesamtnote:
Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).</td></tr>
<tr><td>11</td><td>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:
Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau</td></tr>
<tr><td>12</td><td>Modulbeauftragte/r:
Prof. Dr.-Ing. Gerson Meschut</td></tr>
<tr><td>13</td><td>Sonstige Hinweise:</td></tr>
</table>

2.5.3 Prozessketten in der Fertigungstechnik

Prozessketten in der Fertigungstechnik						
Process chains in manufacturing						
Modulnummer:	**Workload (h):**	**LP:**	**Studiensem.:**	**Turnus:**	**Dauer (in Sem.):**	**Sprache:**
M.104.7228	240	8	1.-2. Semester	Sommersemester	1	de

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	**Lehrform**	**Kontaktzeit (h)**	**Selbststudium (h)**	**Status (P/WP)**	**Gruppengröße (TN)**
a)	L.104.24240 Fertigungstechnische Prozessketten	V2 Ü1, SS	45	75	P	20-60
b)	L.104.24255 Umformtechnik 2	V2 Ü1, SS	45	75	P	20-60

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

keine

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

Empfohlen: Anwendungsgrundlagen

4 **Inhalte:**

Inhalte der Lehrveranstaltung Fertigungstechnische Prozessketten:

a) Fertigungstechnische Prozessketten

- Einführung in Prozessketten
- Methodiken: Qualitätsmanagement, Qualitätswerkzeuge, Motivation und Kommunikation, Transaktionsanalyse, Optimierungsmethoden
- Prozessketten: Fertigungsplanung Blechbearbeitung, Tailored Blanks (Prozesse und Anwendungen)
- Managementsystem Six Sigma

Inhalte der Lehrveranstaltung Umformtechnik 2:
Umformtechnik 2

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

	Contents of the course Fertigungstechnische Prozessketten: a) Manufacturing Process Chains • Introduction to Process Chains • Methodologies: Quality Management, Quality Tools, Motivation and Communication, Transactional Analysis, Optimization Methods • Process Chains: Sheet Metal Manufacturing Planning, Tailored Blanks (Processes and Applications) • Six Sigma Management System
5	**Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:** Fertigungstechnische Prozessketten: Die Studierenden haben einen Überblick über die wirtschaftliche Bedeutung und die Einsatzmöglichkeiten typischer Werkzeugmaschinen. Dies schließt die grundlegende Kenntnis der eingesetzten Verfahren, entsprechenden Randbedingungen und Schnittstellen zur Herstellung gängiger Produkte mit ein. Auch die Anwendung von Methodiken zur Überwachung und Steuerung von Prozessketten wurde erlernt. Somit können die Studierenden für die Fertigung typischer Produkte Prozessketten aufstellen, analysieren und bewerten. Vertiefte Kompetenzen wurden im Bereich des Six Sigma Managementsystems erworben, wodurch insbesondere Beschreibungen, Messungen, Analysen, Verbesserungen und Überwachung von Prozessen angewandt werden können. Umformtechnik 2: Die Studierenden haben vertiefte Kompetenzen über gängige Verfahren der umformenden Fertigungstechnik erlangt. Damit haben sie Möglichkeiten umformtechnische Grundlagenfragen zu beantworten und kennen aktuelle Entwicklungen im Bereich der Massiv-, Profil- und Blechumformung. Dementsprechend sind die Studierenden in der Lage, für typische Bauteile gezielt geeignete umformtechnische Verfahren und entsprechende Einrichtungen auszuwählen, hinsichtlich Gesichtspunkten wie z.B. Genauigkeit, Wirtschaftlichkeit, Umweltverträglichkeit zu analysieren und anschließend ganzheitlich zu bewerten. Dies gilt auch für innovative Fertigungstechnologien zur Herstellung von Bauteilen für den Leichtbau. Vertiefte Kompetenzen wurden im Bereich der Innenhochdruckumformung erlangt. Manufacturing Process Chains: Students have gained an overview of the economic significance and potential applications of typical machine tools. This includes a fundamental understanding of the processes employed, the associated boundary conditions, and the interfaces involved in the production of common products. Students have also acquired skills in applying methodologies for the monitoring and control of process chains. Consequently, students are able to design, analyze, and evaluate process chains for the manufacture of typical products. Advanced competencies have been acquired in the field of the Six Sigma management system, enabling students—in particular—to apply methods for the description, measurement, analysis, improvement, and control of processes. Forming Technology 2: Students have acquired advanced competencies regarding common processes in forming manufacturing technology. This enables them to address fundamental questions related to forming technology and familiarizes them with current developments in the fields of bulk, profile, and sheet metal forming. Accordingly, students are capable of specifically selecting suitable forming processes and corresponding equipment for typical components; they can analyze these choices based on criteria such as precision, economic efficiency, and environmental compatibility, and subsequently provide a holistic evaluation. This capability also extends to innovative manufacturing technologies used for the production of components for lightweight construction. Advanced competencies have been acquired in the field of hydroforming.

<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>Klausur oder mündliche Prüfung</td><td>180 - 240 Minuten oder 45 - 60 Minuten</td><td>100%</td></tr></table>In der Prüfung sollen die Studierenden für exemplarische Problemstellungen die zugrundeliegenden Prozessketten erläutern und geeignete Verfahren bzw. Werkzeuge zur Optimierung der Prozesskette auswählen und grundlegend auslegen.</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.</td></tr>
<tr><td>10</td><td>Gewichtung für Gesamtnote:
Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).</td></tr>
<tr><td>11</td><td>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:
Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau</td></tr>
<tr><td>12</td><td>Modulbeauftragte/r:
Prof. Dr.-Ing. Werner Homberg</td></tr>
<tr><td>13</td><td>Sonstige Hinweise:</td></tr>
</table>

2.6 Vertiefungsrichtung Werkstoffeigenschaften und -simulation

2.6.1 Schadensanalyse

Schadensanalyse						
Damage analysis						
Modulnummer:	**Workload (h):**	**LP:**	**Studiensem.:**	**Turnus:**	**Dauer (in Sem.):**	**Sprache:**
M.104.7230	240	8	1.-3. Semester	Wintersemester	1	de

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	**Lehrform**	**Kontaktzeit (h)**	**Selbststudium (h)**	**Status (P/WP)**	**Gruppengröße (TN)**
a)	L.104.22230 Bruchmechanik	V2 P1, WS	45	75	P / WP	20 - 40
b)	L.104.23230 Technische Aspekte von Rissbildung und Bruch	V2 Ü1, WS	45	75	P	20 - 60

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

keine

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Technische Aspekte von Rissbildung und Bruch:
Empfohlen werden die Vorlesungen Werkstoffkunde 1 und 2

4 **Inhalte:**

Inhalte der Lehrveranstaltung Bruchmechanik:

- Konzepte der Bruchmechanik
- 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
- Die R6-Methode

Inhalte der Lehrveranstaltung Technische Aspekte von Rissbildung und Bruch:
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 Berechnungsmethoden der Schadensanalyse erläutern. Sie sind in der Lage, Konzepte der Bruchmechanik zu nennen und können zudem Spannungsintensitätsfaktoren der linear elastischen Bruchmechanik berechnen. Sie können darüber hinaus Bruchzähigkeiten experimentell ermitteln und sind in der Lage, Beispiele der elastoplastischen Bruchmechanik zu behandeln.

6 **Prüfungsleistung:**

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

zu	**Prüfungsform**	**Dauer bzw. Umfang**	**Gewichtung für die Modulnote**
a) - b)	Klausur oder mündliche Prüfung	180 - 240 Minuten oder 45 - 60 Minuten	100%

In der Prüfung sollen die Studierenden für exemplarische Problemstellungen die zugrundeliegenden Methoden erläutern, sowie für Berechnungsbeispiele detaillierte Lösungen finden.

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.

10 **Gewichtung für Gesamtnote:**

Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).

11	**Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:** Masterstudiengang Maschinenbau, Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau
12	**Modulbeauftragte/r:** Dr. Ismail Caylak, Prof. Dr. Mirko Schaper
13	**Sonstige Hinweise:**

2.6.2 Strukturberechnung

Strukturberechnung						
Structural analysis						
Modulnummer:	**Workload (h):**	**LP:**	**Studiensem.:**	**Turnus:**	**Dauer (in Sem.):**	**Sprache:**
M.104.7232	240	8	1.-2. Semester	Wintersemester	1	de

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.104.22221 FEM in der Werkstoffsimulation	V2 Ü1, WS	45	75	P	20-40
b)	L.104.25225 Auslegung von Hybridstrukturen	V2 Ü1, WS	45	75	P	40 - 60

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

keine

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

keine

4 **Inhalte:**

Inhalte der Lehrveranstaltung FEM in der Werkstoffsimulation:

- Problemstellungen des Maschinenbaus: Elastische Probleme, Stationäre Wärmeleitung
- 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)

Inhalte der Lehrveranstaltung Auslegung von Hybridstrukturen:

- 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

5	**Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:** Die Studierenden können Berechnungsmethoden der Strukturberechnung erläutern. Sie sind in der Lage, die Grundlagen der Finite-Element-Methode (FEM) und der Auslegung von Hybridstrukturen zu nennen. Durch die computergestützte Simulation können die Studierenden praxisrelevante Beispiele der Strukturberechnung behandeln und können darüber hinaus einfache ein- und zweidimensionale Modelle implementieren. Die Studierenden sind in der Lage hybridspezifische Probleme zu erkennen und an vereinfachten Beispielen analytisch zu lösen. Sie verfügen über die notwendige Kenntnis CAE-Methoden zur Unterstützung der Strukturberechnung von Hybridbauteilen zu verwenden.
6	**Prüfungsleistung:** ☒Modulabschlussprüfung (MAP) □Modulprüfung (MP) □Modulteilprüfungen (MTP)

zu	**Prüfungsform**	**Dauer bzw. Umfang**	**Gewichtung für die Modulnote**
a) - b)	Klausur oder mündliche Prüfung	180 - 240 Minuten oder 45 - 60 Minuten	100%

	In der Prüfung sollen die Studierenden für exemplarische Problemstellungen die zugrundeliegenden Methoden erläutern, sowie für Berechnungsbeispiele detaillierte Lösungen finden.
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.
10	**Gewichtung für Gesamtnote:** Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).
11	**Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:** Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau
12	**Modulbeauftragte/r:** Dr. Ismail Caylak, Prof. Dr. Thomas Tröster
13	**Sonstige Hinweise:**

2.6.3 Werkstoffmechanik

Werkstoffmechanik

Mechanics of materials

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiensem.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:
M.104.7234	240	8	1.-3. Semester	Sommersemester	1	de / en

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.104.22260 Simulation of materials	V2 Ü1, SS	45	75	P	20-40
b)	L.104.22235 Numerische Methoden in der Mechanik	V2 Ü1, SS	45	75	P	20-40

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

keine

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

keine

4 **Inhalte:**

Inhalte der Lehrveranstaltung Simulation of materials:

- Modellgleichungen der Elastoplastizität, Viskoelastizität und Viskoplastizität
- Ein- und mehrdimensionale Formulierung der konstitutiven Gleichungen
- Anwendungen der FEM in Pre- und Post-Processing mit Abaqus CAE
- Implementierung in MATLAB: Eindimensionale Elastoplastizität mit linearer und nichtlinearer isotroper Verfestigung

	Inhalte der Lehrveranstaltung Numerische Methoden in der Mechanik: • 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, iteratives Verfahren. • Finite-Differenzen-Methode: 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. • 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: Algorithmen, exakte Lösung, lokaler Fehler, Richardson Extrapolation, Schrittweitensteuerung, Fehlerschätzer. *Contents of the course Simulation of materials:* • Modell equations of elasto plasticity, visco elasticity and visco plasticity • One and multi dimensional of constitutive equations • Applications of 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 Berechnungsmethoden der numerischen Mechanik erläutern und können verschiedene maschinenbauliche Aufgabenstellungen mit der Finite-Element-Methode (FEM) bearbeiten. Sie sind darüber hinaus in der Lage, die wichtigsten Materialmodelle zur Bewertung von Bauteilen mit kleinen Deformationen zu benennen und zielgerichtet anzuwenden. Die Studierenden können für konkrete Berechnungsbeispiele der Werkstoffmechanik die relevanten Zusammenhänge erläutern. Sie sind darüber hinaus in der Lage, Umformprozesse und Materialverhalten mittels der computergestützten Simulation zu behandeln. Die Studierenden können zudem numerische Methoden für eindimensionale Problemstellungen der Werkstoffmechanik selbstständig implementieren.

<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>Klausur oder mündliche Prüfung</td><td>180-240 Minuten oder 45-60 Minuten</td><td>100%</td></tr>
</table>
In der Prüfung sollen die Studierenden für exemplarische Problemstellungen die zugrundeliegenden Methoden erläutern, sowie für Berechnungsbeispiele detaillierte Lösungen finden.</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.</td></tr>
<tr><td>10</td><td>Gewichtung für Gesamtnote:
Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).</td></tr>
<tr><td>11</td><td>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:
Masterstudiengang Chemieingenieurwesen, Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau</td></tr>
<tr><td>12</td><td>Modulbeauftragte/r:
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Richard Ostwald</td></tr>
<tr><td>13</td><td>Sonstige Hinweise:</td></tr>
</table>

2.7 Vertiefungsrichtung Leichtbau mit Hybridsystemen

2.7.1 Leichtbau durch Fertigungstechnik

Leichtbau durch Fertigungstechnik

Production technologies for lightweight design

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiensem.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:
M.104.7236	240	8	1.-2. Semester	Sommer- / Wintersemester	2	de / en

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.104.21241 oder L.104.21242 Klebtechnische Fertigungsverfahren oder Adhesive Bonding Technologies	V2 Ü1, SS	45	75	P	20-40
b)	L.104.24280 Fertigungstechnik für den Leichtbau	V2 Ü1, WS	45	75	P	20-40

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

keine

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

-

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

4	**Inhalte:** *Inhalte der Lehrveranstaltung Klebtechnische Fertigungsverfahren oder Adhesive Bonding Technologies:* • Einführung in die Klebtechnik • Einteilung der Klebstoffe • Auslegung von Klebverbindungen • Kennwerte und Simulation • Klebtechnischer Fertigungsprozess • Klebverbindungen im Betrieb • Nachhaltige Produktentwicklung durch Entfügestrategien • Prozesskette im automobilen Karosserie-Rohbau *Inhalte der Lehrveranstaltung Fertigungstechnik für den Leichtbau:* Inhalt der Vorlesungsreihe Fertigungstechnik 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 *Contents of the course Klebtechnische Fertigungsverfahren oder Adhesive Bonding Technologies:* • Introduction to adhesive bonding • Classification of adhesives • Design of adhesively bonded joints • Tests and simulation • Adhesive bonding production process • Adhesive bonds in operation • Process chain in car body construction *Contents of the course Fertigungstechnik für den Leichtbau:* The lecture series on production technology for lightweight construction focuses on production technologies that are particularly suitable for lightweight construction applications. Topics include in particular: • Introduction to forming technology, machining and production technology for lightweight construction • Fundamentals of metallurgy, plasticity theory, process modeling and FEM • Working accuracy • Process overview of sheet metal and profile forming • Incremental and active media-based forming processes • Lightweight construction through machining

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

Die Studierenden können wesentliche Grundlagen sowie die typischen Charakteristika der wichtigsten spanenden, umformtechnischen und fügetechnischen Prozesse im Bereich des Leichtbaus beschreiben. Basierend auf diesem Wissen sind die Studierenden in der Lage die Möglichkeiten und Grenzen umformtechnischer, spanender und fügender Fertigungsverfahren zu bestimmen und zu ermitteln. Damit ist es möglich, geeignete Verfahren zur Herstellung von Halbzeugen bzw. Endprodukten mit definierten Eigenschaften vorzuschlagen. Die Hörer/innen kennen neben den Fertigungsprozessen der verschiedenen Klebverfahren insbesondere die klebspezifischen Einflussparameter auf das mechanische und physikalische Eigenschaftsprofil von Klebverbindungen. Ferner können die Grundlagen zur klebgerechten Gestaltung und Berechnungsverfahren auch mit Hilfe der FEM zur Auslegung genutzt werden.</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) - b)</td><td>Klausur oder mündliche Prüfung</td><td>180 - 240 Minuten oder 45 - 60 Minuten</td><td>100%</td></tr>
</table>
In der Prüfung sollen die Studierenden für exemplarische Problemstellungen die zugrundeliegenden Elementarprozesse erläutern sowie geeignete Verfahren analysieren und auswählen.</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.</td></tr>
<tr><td>10</td><td>Gewichtung für Gesamtnote:

Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).</td></tr>
<tr><td>11</td><td>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:

Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau</td></tr>
<tr><td>12</td><td>Modulbeauftragte/r:

Prof. Dr.-Ing. Gerson Meschut</td></tr>
<tr><td>13</td><td>Sonstige Hinweise:

Hinweise der Lehrveranstaltung Fertigungstechnik für den Leichtbau:
Es können inhaltliche Überschneidungen mit dem Modul “Umformtechnik1” auftreten.

Remarks of course Fertigungstechnik für den Leichtbau:
There may be overlaps in content with the “FormingTechnology 1” module.</td></tr>
</table>

2.7.2 Polymere und metallische Werkstoffe für den Fahrzeugbau

Polymere und metallische Werkstoffe für den Fahrzeugbau						
Polymeric and metallic materials for vehicle construction						
Modulnummer:	**Workload (h):**	**LP:**	**Studiensem.:**	**Turnus:**	**Dauer (in Sem.):**	**Sprache:**
M.104.7238	240	8	1.-3. Semester	Wintersemester	1	de / en

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.104.23285 Metallische Werkstoffe für den Fahrzeugbau	V2 Ü1, WS	45	75	P	20-60
b)	L.104.42231 Werkstoffmechanik der Kunststoffe	V2 Ü1, WS	45	75	P	20-60

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

keine

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

Empfohlen: Werkstoffkunde der Kunststoffe

Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Metallische Werkstoffe für den Fahrzeugbau:
Grundkenntnisse in Werkstoffkunde

4 **Inhalte:**

Inhalte der Lehrveranstaltung Metallische Werkstoffe für den Fahrzeugbau:
Der Stoff umfasst für die Werkstoffe Stahl, Aluminium, Magnesium und Titan 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
- Entsprechende Bauteileigenschaften

Inhalte der Lehrveranstaltung Werkstoffmechanik der Kunststoffe:

- Grundbegriffe der Werkstoffmechanik
- Linearelastisches Werkstoffverhalten
- Elastoplastisches Werkstoffverhalten
- Mechanische Zustandsgleichung für den plastischen Anteil der Gesamtverformung
- Spezifische Beschreibung bei schwingender Beanspruchung
- Rheologische Modelle

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

Das Modul gliedert sich in 2 Veranstaltungen, von denen sich eine mit metallischen Werkstoffen und eine mit Kunststoffen befasst. Die Studenten erlernen so umfassende Kenntnisse über alle in der Automobil und Luftfahrt in signifikantem Umfang eingesetzten metallischen Werkstoffe, ihre typischen Verarbeitungsprozesse und Bauteileigenschaften. Hierdurch sollen sie in die Lage versetzt werden, für entsprechende Bauteile, unter industriellen Gesichtspunkten wie Stückzahl, Kostenrahmen und Belastungskollektiv die am besten geeigneten Legierungen und Fertigungsprozesse auszuwählen. Gleiches gilt auch für die Kunststoffe. Hier können die Studierenden nach dem Besuch der Veranstaltung das mechanische Werkstoffverhalten von Kunststoffen unter Berücksichtigung der Einsatzbedingungen, des Werkstofftyps und der Werkstoffherstellung beurteilen, um in der Konstruktion eine geeignete Werkstoffauswahl treffen zu können.</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) - b)</td><td>Klausur oder mündliche Prüfung</td><td>180 - 240 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.</td></tr>
<tr><td>10</td><td>Gewichtung für Gesamtnote:

Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).</td></tr>
<tr><td>11</td><td>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:

Masterstudiengang Chemieingenieurwesen, Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau</td></tr>
<tr><td>12</td><td>Modulbeauftragte/r:

Prof. Dr. Mirko Schaper</td></tr>
<tr><td>13</td><td>Sonstige Hinweise:</td></tr>
</table>

2.7.3 Strukturberechnung

Strukturberechnung						
Structural analysis						
Modulnummer:	**Workload (h):**	**LP:**	**Studiensem.:**	**Turnus:**	**Dauer (in Sem.):**	**Sprache:**
M.104.7232	240	8	1.-2. Semester	Wintersemester	1	de

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.104.22221 FEM in der Werkstoffsimulation	V2 Ü1, WS	45	75	P	20-40
b)	L.104.25225 Auslegung von Hybridstrukturen	V2 Ü1, WS	45	75	P	40 - 60

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

keine

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

keine

4 **Inhalte:**

Inhalte der Lehrveranstaltung FEM in der Werkstoffsimulation:

- Problemstellungen des Maschinenbaus: Elastische Probleme, Stationäre Wärmeleitung
- 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)

Inhalte der Lehrveranstaltung Auslegung von Hybridstrukturen:

- 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

5	**Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:** Die Studierenden können Berechnungsmethoden der Strukturberechnung erläutern. Sie sind in der Lage, die Grundlagen der Finite-Element-Methode (FEM) und der Auslegung von Hybridstrukturen zu nennen. Durch die computergestützte Simulation können die Studierenden praxisrelevante Beispiele der Strukturberechnung behandeln und können darüber hinaus einfache ein- und zweidimensionale Modelle implementieren. Die Studierenden sind in der Lage hybridspezifische Probleme zu erkennen und an vereinfachten Beispielen analytisch zu lösen. Sie verfügen über die notwendige Kenntnis CAE-Methoden zur Unterstützung der Strukturberechnung von Hybridbauteilen zu verwenden.
6	**Prüfungsleistung:** ☒Modulabschlussprüfung (MAP) □Modulprüfung (MP) □Modulteilprüfungen (MTP)

zu	**Prüfungsform**	**Dauer bzw. Umfang**	**Gewichtung für die Modulnote**
a) - b)	Klausur oder mündliche Prüfung	180 - 240 Minuten oder 45 - 60 Minuten	100%

	In der Prüfung sollen die Studierenden für exemplarische Problemstellungen die zugrundeliegenden Methoden erläutern, sowie für Berechnungsbeispiele detaillierte Lösungen finden.
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.
10	**Gewichtung für Gesamtnote:** Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).
11	**Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:** Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau
12	**Modulbeauftragte/r:** Dr. Ismail Caylak, Prof. Dr. Thomas Tröster
13	**Sonstige Hinweise:**

2.8 Vertiefungsrichtung Fahrzeugtechnik

2.8.1 Fahrzeugstruktur

Fahrzeugstruktur

Vehicle structure

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiensem.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:
M.104.7240	240	8	1.-3. Semester	Sommer- / Wintersemester	2	de

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.104.25210 Karosserietechnologie	V2 Ü1, WS	45	75	P	60-80
b)	L.104.21270 Fahrzeugtechnische Fügeverfahren	V2 Ü1, SS	45	75	P / WP	20-40

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

keine

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

keine

Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Karosserietechnologie:
Keine

4 **Inhalte:**

Inhalte der Lehrveranstaltung Karosserietechnologie:
In der vorliegenden Veranstaltung werden verschiedene Aspekte moderner Karosserien behandelt. Die Themen gliedern sich wie folgt:

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

Inhalte der Lehrveranstaltung Fahrzeugtechnische Fügeverfahren:

- Fahrzeugtechnische Werkstoffe und ihre Fügeeignung
- Fahrzeugtechnische Fügeverfahren
  - Einführung (Verfahrensvarianten, Vor-/Nachteile, Einsatzbereiche, Einsatzgrenzen)
  - 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
- Aus-/Weiterbildungsmöglichkeiten

Contents of the course Karosserietechnologie:
This course covers various aspects of modern car bodies. The topics are structured as follows:

- Historical development of the car body
- Car body construction methods
- Development process, including CAE considerations
- Structural design
- Design methods
- Structural design parameters
- Structural integrity, NVH behaviour
- Crash
- Components of the body-in-white
- Assembly of modern car bodies
- Repair and recycling

	Contents of the course Fahrzeugtechnische Fügeverfahren: • Automotive materials and joining • Automotive joining processes – Introduction: Processes, advantages/disadvantages, areas of application, limits of use. – 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 • Education opportunities
5	**Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:** Die Studierenden verstehen die grundlegenden Prinzipien, nach denen eine moderne Karosserie aufgebaut wird. Sie kennen die Konzepte und Bauweisen die im modernen Karosseriebau eingesetzt werden. Sie sind in der Lage die Auswirkungen von relevanten Auslegungsgrößen auf die Struktur der Karosserie zu verstehen. Sie können insbesondere die Sicherheitsanforderungen an die heutigen Fahrzeugstrukturen sowie das Crashverhalten analysieren und beurteilen. Die Studierenden können wesentliche Grundlagen sowie die typischen Charakteristika der wichtigsten fügetechnischen Prozesse für den Einsatz im Fahrzeugbau beschreiben und hierbei wichtige Verbindungen zwischen den Eigenschaften verschiedenster Werkstoffe und ihrer Fügbarkeit herstellen. Basierend auf diesem Wissen sind die Studierenden in der Lage, die Möglichkeiten und Grenzen fahrzeugtechnisch-anwendungsspezifischer Fügeverfahren zu bestimmen, gegenüberstellen, auswählen und zu charakterisieren. Damit ist es ihnen dann auch möglich, geeignete Verfahren zur Herstellung von Baugruppen und Endprodukten mit definierten Eigenschaften vorzuschlagen. Dabei sind die Studierenden durch die vermittelten theoretischen wie praktischen Wissensinhalte in der Lage, eine gezielte Auslegung von Prozessen sowie von fügetechnischen Lösungen durchzuführen. Students understand the basic principles of modern car body construction. They are also familiar with the concepts and construction methods used in this process. They will understand how relevant design parameters affect the structure of car bodies. Specifically, they will be able to analyze and evaluate the safety requirements of modern vehicle structures and crash behavior. Students will be able to describe the basic principles and typical characteristics of the most important joining processes used in vehicle construction. They will also be able to establish important connections between the properties of various materials and their joinability. Using this knowledge, students can determine, compare, select, and characterize the possibilities and limits of joining processes specific to vehicle technology and applications. This enables them to propose suitable processes for manufacturing assemblies and end products with defined properties. Thanks to the theoretical and practical knowledge imparted, students can carry out targeted process and joining solution design.

<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>Klausur oder mündliche Prüfung</td><td>180 - 240 Minuten oder 45 - 60 Minuten</td><td>100%</td></tr></table>In der Prüfung sollen die Studierenden für exemplarische Problemstellungen die zugrundeliegenden Elementarprozesse erläutern sowie geeignete Verfahren und Apparate auswählen und grundlegend auslegen.</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.</td></tr>
<tr><td>10</td><td>Gewichtung für Gesamtnote:
Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).</td></tr>
<tr><td>11</td><td>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:
Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau</td></tr>
<tr><td>12</td><td>Modulbeauftragte/r:
Dr.-Ing. Thorsten Marten</td></tr>
<tr><td>13</td><td>Sonstige Hinweise:</td></tr>
</table>

2.8.2 Automobiltechnik und Fahrzeugdynamik

Automobiltechnik und Fahrzeugdynamik						
Automotive technology and vehicle dynamics						
Modulnummer:	**Workload (h):**	**LP:**	**Studiensem.:**	**Turnus:**	**Dauer (in Sem.):**	**Sprache:**
M.104.7242	240	8	1.-3. Semester	Sommer- / Wintersemester	2	de / en

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	**Lehrform**	**Kontaktzeit (h)**	**Selbststudium (h)**	**Status (P/WP)**	**Gruppengröße (TN)**
a)	L.104.12226 Fahrzeugdynamik	V2 Ü1, WS	45	75	P	50 - 70
b)	L.104.25275 oder L.104.25276 Grundlagen der Automobiltechnik oder Basics of Automotive Engineering	V2 Ü1, WS (deutsch oder SS (englisch)	45	75	P	40-60

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

keine

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

Empfohlen: Maschinen- und Systemdynamik

4 **Inhalte:**

Inhalte der Lehrveranstaltung Fahrzeugdynamik:

- 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

Inhalte der Lehrveranstaltung Grundlagen der Automobiltechnik oder Basics of Automotive Engineering:
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
- Dynamik und Kinematik von Lenkvorgängen
- Achskinematik
- 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.

Contents of the course Fahrzeugdynamik:

- 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

Contents of the course Grundlagen der Automobiltechnik oder Basics of Automotive Engineering:
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 provided power to the driven wheels
- Force transmission between tires and road surface
- Dynamics and kinematics of braking processes
- Dynamics and kinematics of steering processes
- Axle kinematics
- Mechanical design criteria of an entire vehicle, in particular the chassis and body subsystems

Furthermore, the design, objectives, and functional principles of an E/E vehicle architecture are introduced to provide students with a comprehensive systems-level understanding of the vehicle.

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

Fahrzeugdynamik: Die Studierenden können selbständig die dynamischen Gleichungen von Fahrzeugen sowie Trag- und Führsystemen rechnergestützt erstellen und lösen.

	Grundlagen der Automobiltechnik: Die Vorlesung versetzt die Studierenden in die Lage, die physikalischen Zusammenhänge, die den Betrieb eines Kraftfahrzeugs beeinflussen zu erkennen und zu erklären. Nach der Teilnahme an der Veranstaltung können die Studierenden das komplexe System des Automobils in mechanische Teilsysteme und -probleme zerlegen und Lösungsansätze formulieren. Darüber hinaus bekommen sie einen groben Überblick in die E/E-Architektur und verstehen deren Aufbau.
6	**Prüfungsleistung:** ☒Modulabschlussprüfung (MAP) □Modulprüfung (MP) □Modulteilprüfungen (MTP)

zu	**Prüfungsform**	**Dauer bzw. Umfang**	**Gewichtung für die Modulnote**
a) - b)	Klausur oder mündliche Prüfung	180 - 240 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.
10	**Gewichtung für Gesamtnote:** Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).
11	**Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:** Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau
12	**Modulbeauftragte/r:** Dr.-Ing. Sven Martin, Prof. Dr. Thomas Tröster
13	**Sonstige Hinweise:**

2.8.3 Fahrzeugsysteme

Fahrzeugsysteme

Automotive systems

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiensem.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:
M.104.7244	240	8	2. Semester	Sommersemester	1	de

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.104.52230 Mechatronische Systeme im Kraftfahrzeug	V2 Ü1, SS	45	75	P	unbegrenzt
b)	L.104.52232 Fahrerassistenzsysteme und autonomes Fahren	V2 Ü1, SS	45	75	P	unbegrenzt

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

keine

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

Empfohlen: Matlab-Simulink, Regelungstechnik, Grundlagen der Mechatronik (und Systemtechnik)

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

Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Fahrerassistenzsysteme und autonomes Fahren:
Empohlen: Matlab-Simulink, Regelungstechnik, Grundlagen der Mechatronik und Systemtechnik

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

Prerequisites of course Fahrerassistenzsysteme und autonomes Fahren:
Recommendet: Matlab-Simulink, Control Engineering, Principles of Mechatronics and System Engineering

4	**Inhalte:** *Inhalte der Lehrveranstaltung Mechatronische Systeme im Kraftfahrzeug:* • Überblick über mechatronische Systeme im Kraftfahrzeug • Modellierung der Fahrzeugbewegung • Das Fahrdynamikregelsystem ESP • Aktive Lenksysteme • Aktive Fahrwerksysteme • Integrierte Fahrdynamikregelung • Fahrdynamik und Stabilisierung von Fahrzeuggespannen *Inhalte der Lehrveranstaltung Fahrerassistenzsysteme und autonomes Fahren:* • 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 *Contents of the course Mechatronische Systeme im Kraftfahrzeug:* • 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 *Contents of the course Fahrerassistenzsysteme und autonomes Fahren:* • 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. The students are familiar with the basic applications of control engineering in systems for vehicle dynamics control and driver assistance systems, both in terms of safety and comfort. They can explain their functionality, the underlying algorithms and the mechatronic components used. The basis for this is knowledge of vehicle dynamics (longitudinal, lateral and vertical dynamics), the different types of modelling, methods for simulation-based analysis and evaluation and their applications for autonomous vehicles. This knowledge about vehicle and driver behaviour and the required or available components serves the application for the design of vehicle dynamics control and autonomous as well as cooperative assistance systems. The students are able to analyse the respective application cases, derive differentiated requirements and boundary conditions and use the learned methods for the design of supporting and autonomous assistance systems.
6	**Prüfungsleistung:** ☒Modulabschlussprüfung (MAP) □Modulprüfung (MP) □Modulteilprüfungen (MTP)

zu	**Prüfungsform**	**Dauer bzw. Umfang**	**Gewichtung für die Modulnote**
a) - b)	Klausur oder mündliche Prüfung	180-240 Minuten oder 45-60 Minuten	100%

In der Prüfung sollen die Studierenden für exemplarische Problemstellungen Möglichkeiten zur Modellbildung sowie die Funktionsweise verschiedener mechatronischer Komponenten erläutern. In Bezug auf Anwendungsbeispiele sollen geeignete Fahrerassistenzsysteme ausgewählt und grundlegend auslegt werden.

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.
10	**Gewichtung für Gesamtnote:** Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).

11	**Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:** Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau
12	**Modulbeauftragte/r:** Dr.-Ing. Sandra Gausemeier
13	**Sonstige Hinweise:**

2.9 Vertiefungsrichtung Ingenieurinformatik

Wird die Vertiefungsrichtung Ingenieurinformatik gewählt, entfällt das nicht technische Modul. Außerdem sind die beiden folgenden vertiefungsrichtungsabhängigen Pflichtmodule sowie die vier folgenden Basismodule zu belegen und erfolgreich abzuschließen.

2.9.1 Vertiefungsrichtungsabhängiges Pflichtmodul FEM und Numerik

FEM und Numerik

FEM and numerical methods

Modulnummer:	**Workload (h):**	**LP:**	**Studiensem.:**	**Turnus:**	**Dauer (in Sem.):**	**Sprache:**
M.104.6110	240	8	1.-4. Semester	Sommer- / Wintersemester	2	de

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	**Lehrform**	**Kontaktzeit (h)**	**Selbststudium (h)**	**Status (P/WP)**	**Gruppengröße (TN)**
a)	L.105.94400 Mathematik 4 (Numerische Methoden)	V2 Ü1, SS	45	75	P	60
b)	L.104.22221 FEM in der Werkstoffsimulation	V2 Ü1, WS	45	75	P	20-40

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

keine

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

Empfohlen: Grundlagen der Mathematik und Mechanik

4 **Inhalte:**

Inhalte der Lehrveranstaltung Mathematik 4 (Numerische Methoden):
Numerische Methoden, wie z.B.

- Direkte und iterative Lösungsverfahren für lineare Gleichungssysteme
- Iteratives Lösen nichtlinearer Gleichungssysteme
- Verfahren für Eigenwert- und Eigenvektorberechnung
- Polynominterpolation und numerische Quadratur
- Integrationsverfahren für gewöhnliche Differentialgleichungen (Anfangswertprobleme)
- Numerische Lösung partieller Differentialgleichungen, Grundlagen der Methode der finiten Differenzen bzw. finiten Elemente

Inhalte der Lehrveranstaltung FEM in der Werkstoffsimulation:

- Problemstellungen des Maschinenbaus: Elastische Probleme, Stationäre Wärmeleitung
- 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)

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

Die Studierenden können Berechnungsmethoden der Mechanik erläutern und können maschinenbauliche Aufgabenstellungen mit der Finite-Element-Methode bearbeiten. Sie sind in der Lage, die wichtigsten Berechnungsverfahren zur Bewertung von Bauteilen zu benennen und 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 behandeln. Die Studierenden kennen die dafür notwendigen wichtigsten Verfahren zur numerischen Berechnung und können diese auch auf weitere einfache physikalische Probleme anwenden. Sie sind in der Lage, die Genauigkeit und Signifikanz der numerischen Berechnungen einzuschätzen und kritisch zu hinterfragen.

6 **Prüfungsleistung:**

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

zu	**Prüfungsform**	**Dauer bzw. Umfang**	**Gewichtung für die Modulnote**
a)	Klausur	60-120 Minuten	50 %
b)	Klausur oder mündliche Prüfung	90-120 Minuten oder 30-45 Minuten	50 %

In der Prüfung sollen die Studierenden für exemplarische Problemstellungen die zugrundeliegenden Methoden erläutern, sowie für Berechnungsbeispiele detaillierte Lösungen finden. Die Studierenden stellen für ein gegebenes Problem ein adäquates numerisches Verfahren auf und vergleichen verschiedene numerische Verfahren.

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 bestanden sind.

10 **Gewichtung für Gesamtnote:**

Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).

11	**Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:** Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau
12	**Modulbeauftragte/r:** Univ.-Prof. Dr.-Ing. Richard Ostwald
13	**Sonstige Hinweise:** Es wird empfohlen, Mathe 4 zeitlich vor FEM in der Werkstoffsimulation zu hören.

2.9.2 Vertiefungsrichtungsabhängiges Pflichtmodul Stochastik für Informatiker

Stochastik für Informatiker

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiensem.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:
M.105.9731	180	6	1./3. Semester	Wintersemester	1	de

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.105.97300 Stochastik für Informatiker	V3 Ü2, WS	75	105	P	200-300

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

keine

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

keine / none

4 **Inhalte:**

Inhalte der Lehrveranstaltung Stochastik für Informatiker:
Begriffe und Konzepte der deskriptiven Statistik, Klassische Wahrscheinlichkeitsmodelle, Standardverteilungen (u.a. Binomial, Poisson), Satz von Bayes und Anwendungen, Beispiele nichtdiskreter Verteilungen, Zufallsgrößen und ihre Momente, Quantile, Gesetze der großen Zahlen, Zentraler Grenzwertsatz, Schätzen (inkl. Konfidenzintervalle) und Testen, Simulation und Zufallszahlen, Markovketten, mehrdimensionale Wahrscheinlichkeitsverteilungen

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

- Kenntnis der Bedeutung der Stochastik in Gesellschaft und Wissenschaft.
- Sicherer Umgang mit den Begriffen der Stochastik in Wort und Schrift.
- Verständnis des mathematischen Sachverhaltes und den damit verbundenen Denkweisen.
- Verständnis der Beweise. Befähigung zur Lösung von Übungsaufgaben zur Stochastik. Fähigkeit des Erkennens von Verbindungen innerhalb der Stochastik beziehungsweise zwischen der Stochastik und anderen Bereichen der Mathematik.
- Durchführung von einfachen statistischen Analysen. Befähigung zum Umgang mit einem Software-Paket zur Stochastik.

Deskriptive Statistik und Datenanalyse

- planen statistische Erhebungen (Befragung, Beobachtung oder Experiment), führen sie durch und werten sie aus
- lesen und erstellen grafische Darstellungen für uni- und bivariate Daten (z.B. Kreuztabelle) und bewerten deren Eignung für die jeweilige Fragestellung
- bestimmen und verwenden uni- und bivariate Kennwerte (z.B. Mittelwerte, Streumaße, Korrelationen, Indexwerte) und interpretieren sie angemessen

Zufallsmodellierung

- modellieren mehrstufige Zufallsversuche durch endliche Ergebnismengen und nutzen geeignete Darstellungen (Baumdiagramm, Mehrfeldertafel)
- rechnen und argumentieren mit Wahrscheinlichkeiten, bedingten Wahrscheinlichkeiten, Erwartungswerten und stochastischer Unabhängigkeit
- erläutern inhaltlich das Bernoullische Gesetz der großen Zahlen und den zentralen Grenzwertsatz und deren Konsequenzen
- verwenden diskrete und kontinuierliche Verteilungen und ihre Eigenschaften zur Modellierung

Stochastische Anwendungen

- kennen Beispiele für die Anwendung von Stochastik in verschiedenen Wissenschaften (Ökonomie, Physik, Informatik,. . .)
- schätzen in Zufallssituationen Parameter aus Daten
- führen Hypothesentests durch und reflektieren deren zentralen Schritte und bestimmen Konfidenzintervalle
- erläutern Unterschiede zwischen Bayes-Statistik und klassischen Testverfahren

Neue Medien

- verwenden Tabellenkalkulation und statistische Software zur Darstellung und explorativen Analyse von Daten
- simulieren Zufallsversuche computergestützt

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 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 bestanden ist.
10	**Gewichtung für Gesamtnote:** Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).
11	**Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:** keine
12	**Modulbeauftragte/r:**
13	**Sonstige Hinweise:**

2.9.3 Basismodul Rechnernetze

Rechnernetze

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiensem.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:
M.079.05105	180	6	1./3. Semester	Wintersemester	1	de

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.079.22100 Rechnernetze	V3 Ü2, WS	75	105	P	100 (V), 30 (Ü)

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

keine

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Rechnernetze:
Empfohlene Vorkenntnisse
Kenntnisse aus den Modulen *Programmierung 1*, *Programmierung 2*, *Modellierung*, *Digitaltechnik* und *Datenstrukturen und Algorithmen* sind hilfreich.

Prerequisites of course Rechnernetze:
Recommended Proficiencies
Knowledge of contents from the modules *Programming 1*, *Programming 2*, *Modelling*, *Digital Design* and *Data Structures and Algorithms* are useful.

4 **Inhalte:**

Inhalte der Lehrveranstaltung Rechnernetze:
Das Internet ist schon seit Jahrzehnten der Motor unserer digitalen Welt. Es ist auch eine der wichtigsten Erfindungen in der Geschichte der Menschheit. Während jeder das Internet für verschiedene Sachen wie Nachrichten, soziale Netzwerke und Videokonferenzen nutzt, verstehen nur wenige, wie es wirklich funktioniert. In diesem Kurs geht es um die Details des Internets und die wichtigen Schichten in seiner Architektur. Wir schauen uns vor allem diese Konzepte an:

- Physikalische Schicht: Übertragungsmedium, Signal, Codierung und Modulation, grundlegende Grenzen
- Datenverbindungsschicht: Framing, Fehlererkennung und -korrektur, drahtlose Netzwerke, Ethernet
- Netzwerkschicht: Adressierung, IP-Weiterleitung, Routing-Algorithmen, OSPF, BGP
- Transportschicht: Zuverlässigkeit, UDP, TCP, Überlastungskontrolle
- Anwendungsschicht: DNS, Web, Video-Streaming, Linux-Netzwerkstack

Contents of the course Rechnernetze:
The Internet has been powering our digital society for decades. The Internet is also one of the most important inventions in human history. While everyone uses the Internet for different activities, including messaging, social networking, and video conferencing, the main principles behind the construction of the Internet are only accessible to a few. This course will dive into the low-level details of the Internet, covering the important layers in the layered architecture of the Internet design. Specifically, we will cover the following concepts:

- Physical layer: transmission medium, signal, encoding and modulation, fundamental limits
- Data link layer: framing, error detection and correction, wireless networks, Ethernet
- Network layer: addressing, IP forwarding, routing algorithms, OSPF, BGP
- Transport layer: reliability, UDP, TCP, congestion control
- Application layer: DNS, Web, video streaming, Linux network stack

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

Absolventen der Lehrveranstaltung

- können die wesentlichen Aufgaben bei Konstruktion und Bau eines Rechnernetzes benennen und wesentliche Architekturansätze beschreiben;
- können unterschiedliche Lösungen für ein Problem aufzählen, deren Vor- und Nachteile herausfinden und sich, gemäß der Anforderungen, für eine Lösung entscheiden;
- Schwachstellen existierender Lösungen identifizieren und neue Kommunikationsprotokolle entwickeln und deren Leistungsfähigkeit bewerten.

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 (bei Klausur) bzw. 30 Minuten (bei mündlicher Prüfung)	100%

7 **Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:**

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

Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Studienleistung konkret zu erbringen ist.

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

Bestehen der Studienleistung.

9	**Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten:** Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.
10	**Gewichtung für Gesamtnote:** Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).
11	**Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:** keine
12	**Modulbeauftragte/r:** Prof. Dr. Lin Wang
13	**Sonstige Hinweise:** *Hinweise der Lehrveranstaltung Rechnernetze:* **Methodische Umsetzung** Die Lehrveranstaltung besteht aus einer Vorlesung und begleitenden Übungen. Die Vorlesung erfolgt mit Beamer und Tafelanschrieb. In den Übungen werden sowohl konzeptionelle/analytische als auch praktische Aufgaben ausgegeben und von den Teilnehmern in Kleingruppen gelöst und anschließend diskutiert. **Lernmaterialien, Literaturangaben** • Vorlesungsfolien, Übungsblätter • Standardlehrbücher: Computer Networks (Tanenbaum, Wetherall, Feamster), Computer Networking: A Top-Down Approach (Kurose, Ross) • Weitere Literatur wird in der Veranstaltung bekanntgegeben. *Remarks of course Rechnernetze:* **Implementation Method** The course consists of a lecture and accompanying exercises. The lecture is held with a beamer and blackboard. In the exercises, both conceptual/analytical and practical tasks are given out and solved by the participants in small groups and then discussed. **Learning Material, Literature** • Lecture slides, exercise sheets • Standard textbooks: Computer Networks (Tanenbaum, Wetherall, Feamster), Computer Networking: A Top-Down Approach (Kurose, Ross) • Additional literature will be announced in the course.

2.9.4 Basismodul Verteilte Systeme

Verteilte Systeme

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiensem.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:
M.079.05106	180	6	1./3. Semester	Wintersemester	1	de

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.079.05503 Verteilte Systeme	V3 Ü2, WS	75	105	P	100 (V), 30 (Ü)

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

keine

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Verteilte Systeme:
Empfohlen: Vorlesung Systemsoftware und systemnahe Programmierung. Oder alternativ entsprechende Kenntnisse zu Betriebssystemen und Systemsoftware.

4 **Inhalte:**

Inhalte der Lehrveranstaltung Verteilte Systeme:
Diese Veranstaltung behandelt architekturelle, konzeptionelle und pragmatische Fragestellungen beim Entwurf, Einsatz und Betrieb von verteilten Systemen in der Informatik – Systeme, bei denen Daten oder Kontrollfunktionen nicht mehr an einem Ort konzentriert sind sondern die sich aus unabhängigen IT-Systemen zusammensetzen. Dabei wird der Systemaspekt betont; grundlegende algorithmische Fragestellungen werden ebenfalls behandelt. Zusätzlich werden Fragen der Leistungsbewertung und Verlässlichkeit behandelt.
Bemerkungen: Die Veranstaltung lässt sich sehr gut mit der Veranstaltung Rechnernetze ergänzen. Derzeit (Stand Mai 2019) alternieren diese beiden Veranstaltungen. Verteilte Systeme ist für die Semester 20/21, 22/23, 24/25 etc. vorgesehen.

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

Teilnehmer sind in der Lage,

- verteilte Systeme zur Erhöhung von Leistungsfähigkeit oder Fehlertoleranz zum Einsatz zu bringen und geeignet zu dimensionieren;
- sie können geeignete Systemansätze (Client-Server, P2P, . . .) benennen und situationsgerecht auswählen und diese Auswahl architekturell begründen;
- sie haben algorithmische Problemstellungen für verteilte Systeme verstanden, können aus einer allgemeinen Problembeschreibung die zu lösenden algorithmische Aufgabe isolieren und eine begründete Wahl treffen.

6 **Prüfungsleistung:**

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

zu	**Prüfungsform**	**Dauer bzw. Umfang**	**Gewichtung für die Modulnote**
a)	schriftliche Übungsaufgaben oder Kleinprojekt	90-120 Minuten (bei Klausur) bzw. 30 Minuten (bei mündlicher Prüfung)	100%

7 **Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:**

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

Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Studienleistung bzw. qualifizierte Teilnahme konkret zu erbringen ist.

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

Bestehen der Studienleistung.

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

Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.

10 **Gewichtung für Gesamtnote:**

Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).

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

keine

12 **Modulbeauftragte/r:**

Prof. Dr. Holger Karl

13 **Sonstige Hinweise:**

2.9.5 Basismodul Computer Graphics Rendering

Computer Graphics Rendering

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiensem.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:
M.079.05107	180	6	1./3. Semester	Wintersemester	1	de

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	K.079.22120 Computer Graphics Rendering	V3 Ü2, WS	75	105	P	20-40

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

keine

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

keine / none

4 **Inhalte:**

Inhalte der Lehrveranstaltung Computer Graphics Rendering:
Computergrafik wird oft als übergeordneter Begriff verwendet, um die Erzeugung und Manipulation von digitalen Bildern zu beschreiben. Sie ist das Fachgebiet, welche visuelle Kommunikation durch Berechnung ermöglicht. In diesem Modul geht es konkret um die Generierung von digitalen Bildern und Bildsequenzen aus (mathematisch beschriebenen) 3D Szenen. Dieser Prozess wird Rendering genannt. Durch moderne Hardware und neue informatische Methoden unterstützt, wird Echtzeit-Rendering immer komplexerer 3D Szenen möglich. Um Studierende auf diesen Weg zu führen, werden folgende Themen bearbeitet:

- Geometrische Modellierung einer 3D Szene durch mathematische Beschreibungen, z.B. Punkte, Ebenen, Vektoren, Polyeder, oder gekrümmte Flächen.
- Die moderne Rendering Pipeline mit Transformationen (Translation, Skalierung, Rotation, Projektion), lokaler Reflektion und Schattierung, Sichtbarkeit, Rasterung, Texturen und Antialiasing.
- Fortgeschrittene Rendering Verfahren wie Scene Graph, Echtzeit-Schattenalgorithmen, Bildbasiertes Rendering (Image-Based Rendering), globale Reflexion, inkl. rekursives Raytracing, Radiosity, und andere Näherungen der Rendering Gleichung, Non-Photorealistic Rendering, oder Partikel Systeme. Eine moderne Shader-basierte API wird die Vorstellung der Algorithmen begleiten und den Studierenden Erfahrungen mit GPU Architekturen ermöglichen.

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

Studierende vertiefen ihre mathematischen Kompetenzen in der Linearen Algebra (speziell: Vektorräume) und erwerben Kenntnisse zu Parameterdarstellungen von Kurven und Flächen. Sie erwerben ferner Wissen zu allen grundsätzlichen Algorithmen in der Computergrafik. Da Echtzeit-Grafik ein wichtiger Aspekt der Vorlesungen und Übungen ist, werden systemnahe Implementierungen auf GPUs mit modernen APIs erlernt und geübt. Damit wird auch die Basis zur Entwicklung einer Grafikengine für die Spieleentwicklung gelegt. Außerdem werden in der Vorlesung Fähigkeiten und Kenntnisse vermittelt, die es den Studierenden erlauben einschlägige Grafiksysteme zu benutzen und zu bewerten.

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 bzw. 30-45 Minuten	100%

7 **Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:**

zu	**Form**	**Dauer bzw. Umfang**	**SL / QT**
a)	schriftliche Ausarbeitung	5-10 Seiten	SL

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

Bestehen der Studienleistung.

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

Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.

10 **Gewichtung für Gesamtnote:**

Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).

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

keine

12 **Modulbeauftragte/r:**

Dr.-Ing. Jens Pottebaum

13 **Sonstige Hinweise:**

Die Veranstaltung Computer Graphics Rendering findet im Wintersemester 19/20 nicht statt!

Hinweise der Lehrveranstaltung Computer Graphics Rendering:
Die Veranstaltung findet in Wintersemester 20/21 nicht statt.

2.9.6 Basismodul Grundlagen intelligenter Systeme

Grundlagen intelligenter Systeme						
Foundations of intelligent systems						
Modulnummer:	**Workload (h):**	**LP:**	**Studiensem.:**	**Turnus:**	**Dauer (in Sem.):**	**Sprache:**
M.079.05108	180	6	1.-3. Semester	Wintersemester	1	de

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	**Lehrform**	**Kontaktzeit (h)**	**Selbststudium (h)**	**Status (P/WP)**	**Gruppengröße (TN)**
a)	L.079.05600 Grundlagen Intelligenter Systeme	V3 Ü2, SS	75	105	P	120 (V), 30 (Ü)

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

keine / none

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

keine / none

4 **Inhalte:**

Inhalte der Lehrveranstaltung Grundlagen Intelligenter Systeme:
Intelligente Systeme sind Computersysteme, deren Verhalten durch Methoden und Algorithmen der Künstlichen Intelligenz (KI) gesteuert wird. Solche Systeme gewinnen kontinuierlich an Bedeutung, nicht nur auf wissenschaftlichen Ebene sondern auch im sozialen und gesellschaftlichen Kontext: Autonome oder teilautonome Systeme wie Serviceroboter, selbstfahrende PKWs oder medizinische Diagnosesysteme werden unser privates und berufliches Leben in absehbarer Zukunft tiefgreifeng verändern. Diese Vorlesung gibt eine Einführung in Methoden und Konzepte der Künstlichen Intelligenz. Ein inhaltlicher Schwerpunkt liegt dabei auf Wissensbasierten Systemen im Sinne von Systemen, die mithilfe adäquater Ansätze zur Repräsentation und Verarbeitung von Wissen die Problemlösungskompetenz eines Fachexperten in einer bestimmten Anwendungsdomäne approximieren. Neben Methoden der Wissensrepräsentation und -verarbeitung gibt die Vorlesung auch einen Einblick in den automatisierten Erwerb von Wissen mithilfe maschineller Lernverfahren.

- Komponenten wissensbasierter Systeme
- Logische Grundlagen und Wissensrepräsentation
- Regelbasierte Inferenz
- Modellierung von Unsicherheit und Vagheit
- Graphische Modelle und probabilistische Inferenz
- Einführung in das Maschinelle Lernen

<table>
<tr><td>5</td><td>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:
Die Studierenden verstehen den Unterschied zwischen klassischen Softwaresystemen und wissensbasierten Systemen bzw. klassischer Programmierung und dem Entwurf wissensbasierter Systeme. Sie sind mit der Architektur wissensbasierter Systeme sowie grundlegenden Methoden und Techniken zum Entwurf solcher Systeme vertraut und können sie auf konkrete Probleme anwenden. Die Studierenden verstehen das Zusammenspiel von Wissen, Daten und Inferenz.</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</td><td>90-120 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:
Bestehen der Studienleistung.</td></tr>
<tr><td>9</td><td>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten:
Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.</td></tr>
<tr><td>10</td><td>Gewichtung für Gesamtnote:
Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).</td></tr>
<tr><td>11</td><td>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:
keine</td></tr>
<tr><td>12</td><td>Modulbeauftragte/r:
Prof. Dr. Eyke Hüllermeier</td></tr>
<tr><td>13</td><td>Sonstige Hinweise:</td></tr>
</table>

3 Vertiefungsrichtungsabhängige Wahlpflichtmodule

Alphabetische Auflistung der Module ohne erneute Aufführung der Basismodule.

3.1 Angewandtes Produktionsmanagement

Angewandtes Produktionsmanagement

Applied production management

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiensem.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:
M.104.7302	240	8	1.-3. Semester	Sommersemester	1	de

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.104.24760 Innovationslabor Fertigungstechnik	S3, SS	45	75	P	10-20
b)	L.104.51480 Angewandte Produktionstechnik	S3, SS	45	75	P	10-20

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

keine

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

Empfohlen: Anwendungsgrundlagen

Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Angewandte Produktionstechnik:
Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Angewandte Produktionstechnik: Empfohlen wird das Modul “Digitale und Virtuelle Produktentstehung”, insbesondere Teil 2.

Prerequisites of course Angewandte Produktionstechnik:
Prerequisites of course Applied Product technology: recommended is the module “Digital and Virtual Product Creation”, esp. part 2.

4 **Inhalte:**

Inhalte der Lehrveranstaltung Innovationslabor Fertigungstechnik:
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.

Inhalte der Lehrveranstaltung Angewandte Produktionstechnik:
Verschwendungen müssen im Unternehmen 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 und wie fördert diese die Nachhaltigkeit? 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. Arbeitspplatz-Ergonomie
  - Übergreifende Konzepte der Lean Production
- Digitale Assistenzsysteme
- Produktionsplanung und -steuerung
- Robotertechnik
- Wirkung der Lean Production auf die Nachhaltigkeit

Contents of the course Innovationslabor Fertigungstechnik:
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.

Contents of the course Angewandte Produktionstechnik:
Waste must be recognized and eliminated in companies in various terms. Garbage and scrap are avoided, costs are saved and ergonomics at the workplace are ensured. That raises the question of 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, experienced principles and methods in exercises and can explain them using 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
- Robotics
- Effect of lean production on sustainability

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

Die Studierenden erkennen, analysieren, bearbeiten und lösen praxisrelevante themenübergreifende Fragestellungen im Bereich Fertigungstechnik/Produktionstechnik. Weiterhin arbeiten die Studierenden interdisziplinär im Team zusammen, organisieren sich selbständig, charakterisieren und bewerten die erarbeiteten Lösungsansätze und setzen diese um. Kompetenzen werden insbesondere im Bereich der Durchführung von Versuchen und der anschließenden messtechnischen Auswertung erworben. Weiterhin präsentieren und argumentieren die Studierenden die erarbeiteten Lösungswege und Ergebnisse.

6 **Prüfungsleistung:**

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

zu	**Prüfungsform**	**Dauer bzw. Umfang**	**Gewichtung für die Modulnote**
a) - b)	Protokoll, Abschlussgespräch		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.
10	**Gewichtung für Gesamtnote:** Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).
11	**Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:** Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau
12	**Modulbeauftragte/r:** Prof. Dr.-Ing. Werner Homberg
13	**Sonstige Hinweise:**

3.2 Angewandte Strömungsmechanik

Angewandte Strömungsmechanik

Applied fluid dynamics

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiensem.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:
M.104.7332	240	8	1.-3. Semester	Sommer- / Wintersemester	2	de / en

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.104.31240 CFD-Methods in Process Engineering	V1 Ü2, SS	45	75	P	10
b)	L.104.32250 Rheologie	V2, WS	30	45	P	10
c)	L.104.32451 Rheologie Praktikum	P1, WS	15	30	P	90

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

keine

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

Empfohlen: Fluidmechanik, Wärme- und Stoffübertragung

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 der Fließprozesse um Vorhersagen treffen zu können und die gezielte Manipulation möglich zu machen. Anwendungsmöglichkeiten finden sich 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). 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 • Einführung in die Datenverarbeitung und Approximation • Suspensions- und Emulsionsrheologie

	Contents of the course CFD-Methods in Process Engineering: Computational fluid dynamics (CFD) is a branch of fluid mechanics that uses numerical analysis to solve problems that involve fluid flows. Computers are used to perform the calculations required to simulate the free-stream flow of the fluid, and the interactions of the fluid (liquids and gases) with surfaces defined by boundary conditions. With the help of CFD complex problems can be solved which cannot be solved analytically. CFD is applied to a wide range of research and engineering problems in many fields of study and industries, including aerodynamics and aerospace analysis, weather simulation, natural science and environmental engineering, industrial system design and analysis, biological engineering and fluid flows and engine and combustion analysis. The focus of this course is on the computer-aided exercise. This will demonstrate the direct application of the method and includes the following points: • Conservation Equations • Discretisation Methods • Finite Difference Method • Finite Element Method • Finite Volume Method – Discretisation of Diffusive Terms – Discretisation of Convective Terms – Temporal Discretisation • Pressure-Velocity Coupling • Initial and Boundary Conditions • Turbulence Modelling • Free Surface Flows
5	**Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:** Die Studierenden kennen die wesentlichen Grundlagen und Zusammenhänge in der numerischen Strömungsmechanik und der Rheologie und können diese erklären. Des Weiteren beherrschen sie die Modellierung von verfahrenstechnischen Prozessen und der zugehörigen Apparate sowie die Bewertung von Simulationsergebnissen, d. h. sie sind im Stande, die hier erworbenen Kenntnisse praktisch umzusetzen. Die Studierenden kennen verschiedene Kategorien von Fließeigenschaften, sind in der Lage diese mathematisch und durch geeignete Ersatzschaltbilder zu beschreiben sowie zu neuen Fließgesetzen zu kombinieren. Verschiedene rheometrische Verfahren, sowie zu Grunde liegenden Auswertungs- und Korrekturmethoden werden sicher und anforderungsgerecht ausgewählt und eingesetzt. Die Grenzen und Eigenarten dieser Methoden sind bekannt und werden entsprechend dabei berücksichtigt. Die Studierenden beherrschen verschiedene, sich ergänzende Aspekte und Gebiete der CFD (z. B. Strömungsmechanik, Mehrphasenströmung, Wärmeübertragung). Sie sind 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></td><td>s.u.</td></tr>
<tr><td>b)</td><td>Klausur oder mündliche Prüfung</td><td></td><td>s.u.</td></tr>
<tr><td>c)</td><td>Gesamtheit der Versuche</td><td></td><td>s.u.</td></tr>
</table>
In der Prüfung sollen die Studierenden für exemplarische Problemstellungen, die der CFD zugrundeliegenden Gleichungen anwenden sowie geeignete Diskretisierungsschemata verwenden. Sie sollen das Verständnis der Prinzipien und Methoden der Rheologie anhand von praktischen Anwendungsbeispielen nachweisen. Die Veranstaltungen CFD-Methods in Process Engineering und Rheologie werden in einer gemeinsamen Prüfung mit einem Anteil von 85 % an der Modulabschlussnote geprüft. Das Praktikum zur Rheologie besteht aus einer separaten Teilprüfung mit einem Anteil von 15 % an der Modulabschlussnote.</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 bestanden sind.</td></tr>
<tr><td>10</td><td>Gewichtung für Gesamtnote:
Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).</td></tr>
<tr><td>11</td><td>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:
Masterstudiengang Chemieingenieurwesen, Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau</td></tr>
<tr><td>12</td><td>Modulbeauftragte/r:
Prof. Dr. Hans-Joachim Schmid, Prof. Dr.-Ing. Julia Riese</td></tr>
<tr><td>13</td><td>Sonstige Hinweise:</td></tr>
</table>

3.3 Anwendungsfelder der Regelungs- und Automatisierungstechnik

Anwendungsfelder der Regelungs- und Automatisierungstechnik

Application fields of automatic control

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiensem.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:
M.104.7323	240	8	3. Semester	Wintersemester	1	de

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.104.52236 Robotersysteme	VÜ2, WS	30	30	P	30
b)	L.104.52241 Hydraulische Systeme in der Mechatronik	V2 Ü1, WS	45	45	P	30
c)	L.104.52511 Laborpraktikum Regelungstechnik	P2, WS	32	58	P	30

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

keine

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

Zwingend: Modul “Moderne Methoden der Regelungstechnik 1” erfolgreich bestanden.
Empfohlen: Matlab/Simulink in der Mechatronik

4	**Inhalte:** *Inhalte der Lehrveranstaltung 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 *Inhalte der Lehrveranstaltung 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 *Inhalte der Lehrveranstaltung Laborpraktikum Regelungstechnik:* • Insgesamt 9 Laborversuche zu unterschiedlichen Reglerentwurfsverfahren
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.

Laborpraktikum Regelungstechnik In Versuchen lösen die Studierenden selbständig in Kleingruppen praktische regelungstechnische Aufgabenstellungen. Sie setzen hierbei die in den regelungstechnischen Lehrveranstaltungen erlernten Verfahren ein und beurteilen die damit erreichten Ergebnisse.

6 **Prüfungsleistung:**

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

zu	**Prüfungsform**	**Dauer bzw. Umfang**	**Gewichtung für die Modulnote**
a)	mündliche Prüfung		25%
b)	mündliche Prüfung		37,5%
c)	Gesamtheit aller Versuche / Praktikumsbeurteilung		37.5%

In der Prüfung sollen die Studierenden für exemplarische Problemstellungen die zugrundeliegenden Elementarprozesse erläutern sowie geeignete Verfahren und Apparate auswählen und grundlegend auslegen. Die Veranstaltungen a)-b) werden in zwei Einzelprüfungen (mündliche Prüfung) geprüft und mit 62,5% für die Modulnote gewichtet. [Veranstaltung a) mit 25% und Veranstaltung b) mit 37,5 %] In der Veranstaltung c) (Laborpraktikum) werden semesterbegleitende Praktika gemacht, in denen Versuchsprotokolle anzufertigen sind. Die Prüfungsleistung ergibt sich aus der Gesamtheit aller durchzuführenden Versuche und wird mit 37,5 % in der Modulnote gewichtet. Die genauen Prüfungsmodalitäten werden zu Beginn des Semesters bekannt gegeben.

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 Modulprüfung bestanden ist.

10 **Gewichtung für Gesamtnote:**

Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).

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

Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau

12 **Modulbeauftragte/r:**

Prof. Dr. Ansgar Trächtler

13 **Sonstige Hinweise:**

3.4 Bauteilgestaltung und –berechnung

Bauteilgestaltung und -berechnung (MA)

Design and computation of component parts

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiensem.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:
M.104.4250	240	8	1.-3. Semester	Wintersemester	1	de

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.104.14250 Konstruktive Gestaltung	V2 Ü1, WS	45	75	P	30-60
b)	L.104.13241 Numerische Methoden in der Produktentwicklung 1	V2 Ü1, WS	45	75	P	30-60

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

keine

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

Empfohlen: Technische Darstellung, Grundkenntnisse in Maschinenelemente, Technischer Mechanik und Mathematik

4 **Inhalte:**

Inhalte der Lehrveranstaltung Konstruktive Gestaltung:

- Grundlagen
- Gestaltungsprinzipien
- Beanspruchungsgerechte Gestaltung
- Fertigungsgerechte Gestaltung
- Gestaltung für Additive Fertigungsverfahren
- Montagegerechte Gestaltung

	Inhalte der Lehrveranstaltung Numerische Methoden in der Produktentwicklung 1: • Numerische Methoden (NM) bei elastischen Stabwerken, Balkentragwerken und ebenen Elastizitätsprobleme • Elementtypen, Elementeigenschaften, Elementsteifigkeitsmatrizen sowie Element- und Systemsteifigkeitsbeziehungen • Anfangsspannungen, Anfangsdehnungen und verteilte Lasten, äquivalente Knotenpunktlasten • Knotenpunktkoordinaten, Starrkörper- und kinematische Freiheitsgrade, Elementlasten • NM-Modellbildung, NM-Diskretisierung, NM-Netzeigenschaften • Anwendungen der NM bei Verformungs- und Spannungsanalysen *Contents of the course Konstruktive Gestaltung:* • Fundamentals • principles of design • stress oriented design • manufacturing oriented design • design for additive manufacturing processes • mounting oriented design *Contents of the course Numerische Methoden in der Produktentwicklung 1:* • Numerical methods (NM) for elastic truss, beam systems and plane problems of elasticity • Element types, element properties, element stiffness matrices and element and system stiffness relation • Initial stress and strain, distributed loads and equivalent node loads • Nodal point coordinates, rigid body and kinematical degrees of freedom, distributed element loads • NM-modelling, NM-discretisation, NM-mesh properties • Application of the NM to plane problems of stress and strain analysis
5	**Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:** Die Studierenden sind in der Lage, Prinziplösungen unter Berücksichtigung der wesentlichen Randbedingungen in eine räumlich-stoffliche Struktur zu überführen und diese robust herstellbar zu gestalten.Sie haben das “Handwerkszeug” der konstruktiven Gestaltung verinnerlicht und können dieses für Entwicklung erfolgreiche Produkte anwenden. Weiterhin beherrschen die Studierenden die Grundlagen der Numerischen Methoden (NM) ingenieurmäßig anhand strukturmechanischer Fragestellungen. Sie sind befähigt die Anwendung der NM mit Hilfe eines in der Ingenieurpraxis bewährten FE-Programmsystems umzusetzen und kennen zudem die Möglichkeiten und Grenzen der NM. So können sie die Methode sinnvoll anwenden und Analyseergebnisse kritisch bewerten.

<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>Klausur oder mündliche Prüfung</td><td>120 - 150 Minuten oder 45 - 60 Minuten</td><td>100%</td></tr>
</table>
In der Prüfung sollen die Studierenden die wesentlichen Grundlagen zur konstruktiven Gestaltung und Numerische Methoden der Produktentwicklung 1 wiedergeben, erklären und anwenden können.</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.</td></tr>
<tr><td>10</td><td>Gewichtung für Gesamtnote:
Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).</td></tr>
<tr><td>11</td><td>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:
Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau</td></tr>
<tr><td>12</td><td>Modulbeauftragte/r:
Prof. Dr.-Ing. Gunter Kullmer</td></tr>
<tr><td>13</td><td>Sonstige Hinweise:</td></tr>
</table>

3.5 Berechnungsmethoden und ihre Anwendung

Berechnungsmethoden und ihre Anwendung						
Calculationmethods and their applications						
Modulnummer:	**Workload (h):**	**LP:**	**Studiensem.:**	**Turnus:**	**Dauer (in Sem.):**	**Sprache:**
M.104.7306	240	8	1.-3. Semester	Wintersemester	1	de / en

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.104.42201 Auslegen von Schneckenmaschinen	V2 Ü1, WS	45	75	P	20 - 40
b)	L.104.42280 Numerische Methoden zur digitalen Produktentwicklung in der Kunststofftechnik	V2 Ü1, WS	45	75	P	20 - 40

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

keine

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

Empfohlen: Grundlagen der Verfahrenstechnik und der Kunststoffverarbeitung, Standardverfahren Extrusion, Simulationsverfahren in der Kunststofftechnik

4 **Inhalte:**

Inhalte der Lehrveranstaltung Auslegen von Schneckenmaschinen:

- 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

Inhalte der Lehrveranstaltung Numerische Methoden zur digitalen Produktentwicklung in der Kunststofftechnik:

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

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

Die Studierenden besitzen Expertise im Bereich der Schneckenauslegung für die Prozesse Extrusion und Spritzgießen. Des Weiteren können Sie einfache isotherme und nichtisotherme Strömungen in der Kunststoffverarbeitung z.B. mittels physikalischer Erhaltungssätze analysieren und 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.

6 **Prüfungsleistung:**

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

zu	**Prüfungsform**	**Dauer bzw. Umfang**	**Gewichtung für die Modulnote**
a) - b)	Klausur oder mündliche Prüfung	180 - 240 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.

10 **Gewichtung für Gesamtnote:**

Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).

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

Masterstudiengang Maschinenbau, Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau

12 **Modulbeauftragte/r:**

Prof. Dr.-Ing. Elmar Moritzer

13 **Sonstige Hinweise:**

3.6 Beschichtungstechnik und Korrosionsschutz

Beschichtungstechnik und Korrosionsschutz

Coating technology and corrosion protection

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiensem.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:
M.104.7307	240	8	1.-3. Semester	Sommersemester	1	de

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.104.21245 Beschichtungstechnik	V2 Ü1, SS	45	75	P	20 - 40
b)	L.104.23210 Korrosion und Korrosionsschutz	V2 P1, SS	45	75	P	40-100

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

keine

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

Empfohlen: Werkstoffkunde

Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Beschichtungstechnik:
Empfehlung: Werkstoffkunde

Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Korrosion und Korrosionsschutz:
Grundkenntnisse Werkstoffkunde und Chemie

4	**Inhalte:** *Inhalte der Lehrveranstaltung Beschichtungstechnik:* • Korrosion • chemische Korrosion • elektrochemische Korrosion • Verschleiß • Abrasionsverschleiß • Adhäsionsverschleiß • Ermüdungsverschleiß • Beschichtungsverfahren/Industrielle Anwendungen • Tauchschmelzbeschichten • Galvanisieren • Anodisieren • Thermische Spritzverfahren • Auftragschweißen • PVD - Beschichten • CVD - Beschichten • Prüfung und Kontrolle beschichteter Bauteile • Arbeitssicherheit, Umwelt *Inhalte der Lehrveranstaltung Korrosion und Korrosionsschutz:* 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. Die Vorlesung gliedert sich in folgende Kapitel: • Elektrochemische Korrosion: • Grundbegriffe • Lochkorrosion • Selektive Korrosion • Interkristalline Korrosion • Spannungsrisskorrosion • Anodischer und kathodischer Korrosionsschutz • Passiver Korrosionsschutz • Korrosionsprüfverfahren • Praxisbeispiele • Korrosion in der Biomedizintechnik.
5	**Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:** Die Studierenden können die wissenschaftlichen Grundlagen der Korrosionskunde sowie entscheidender Verschleißmechanismen in eigenen Worten erklären sowie die chemischen und physikalischen Zusammenhänge von Beschichtungsverfahren, Beschichtungsstoffen und deren Haftungsmechanismen beschreiben und auf dieser Grundlage geeignete Materialien und Verfahren auswählen. 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 und Auswirkungen auf Arbeitssicherheit und Umwelt einschätzen.

6	**Prüfungsleistung:** ☒Modulabschlussprüfung (MAP) □Modulprüfung (MP) □Modulteilprüfungen (MTP) zu / **Prüfungsform** / **Dauer bzw. Umfang** / **Gewichtung für die Modulnote** a) - b) / Klausur oder mündliche Prüfung / 180 - 240 Minuten oder 45 - 60 Minuten / 100% In der Prüfung sollen die Studierenden für exemplarische Problemstellungen die zugrundeliegenden Mechanismen erläutern sowie geeignete Verfahren auswählen und hinsichtlich ihrer Eigenschaften charakterisieren.
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.
10	**Gewichtung für Gesamtnote:** Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).
11	**Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:** Masterstudiengang Chemieingenieurwesen, Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau
12	**Modulbeauftragte/r:** Prof. Dr.-Ing. Gerson Meschut
13	**Sonstige Hinweise:**

3.7 Chemie der Beschichtungswerkstoffe

Chemie der Beschichtungswerkstoffe

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiensem.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:
M.104.7335	240	8	1.-3. Semester	Sommer- / Wintersemester	2	de

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.032.52001 Lacksysteme 1 für MB und CIW	V3 Ü1, WS	60	60	P	20 - 40
b)	L.104.32287 Kolloide und Grenzflächen	V2 Ü1, SS	45	75	P	20 - 30

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

keine

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

keine / none

4 **Inhalte:**

Inhalte der Lehrveranstaltung Lacksysteme 1 für MB und CIW:
*Grundlagen Lackpolymere, Lösemittelbasierende Systeme, Dispersionen, Dispergierung, Pigmentierung, Formulierung, Farbe

Inhalte der Lehrveranstaltung Kolloide und Grenzflächen:

- Kolloidale Materialien
- Arten von Grenzflächen
- Physik der Grenzfläche
- Stabilisierung von Grenzflächen
- Rheologie von Kolloiden
- Kolloide und Licht
- Einführung in spezielle Charakterisierungsmethoden
- Reinigungsprozesse
- Polymere Kolloide
- Lebensmittelkolloide

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

<table>
<tr><td></td><td></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>mündl. Prüfung</td><td>30-45 Minuten</td><td>50 %</td></tr>
<tr><td>b)</td><td>Klausur</td><td>120 Min.</td><td>50 %</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 bestanden sind.</td></tr>
<tr><td>10</td><td>Gewichtung für Gesamtnote:
Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).</td></tr>
<tr><td>11</td><td>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:
Masterstudiengang Maschinenbau</td></tr>
<tr><td>12</td><td>Modulbeauftragte/r:
Prof. Dr. Hans-Joachim Schmid, Prof. Dr. rer. nat. Wolfgang Bremser</td></tr>
<tr><td>13</td><td>Sonstige Hinweise:
Hinweise der Lehrveranstaltung Lacksysteme 1 für MB und CIW:
Sprache: deutsch, in Absprache mit den Studierenden englisch; Literatur: B. Müller, U. Poth: Lackformulierung; T. Brock, M. Groteklaas, P. Mischke, B. Strehmel: Lehrbuch der Lacktechnologie; A. Goldschmidt, H.-J. Streitberger: Lackiertechnik</td></tr>
</table>

3.8 Chemische und biologische Verfahrenstechnik

Chemische und biologische Verfahrenstechnik

Chemical and biological process engineering

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiensem.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:
M.104.6130	240	8	1./3. Semester	Wintersemester	1	de

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.032.46105 Grundlagen der biologischen Verfahrenstechnik	V2 Ü1, WS	45	75	P	50 - 100
b)	L.032.43140 Chemische Verfahrenstechnik 2	V2 Ü1, WS	45	75	P	50 - 100

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

keine

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

Empfohlen: Chemische Verfahrenstechnik1: Grundlagen

Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Chemische Verfahrenstechnik 2:
empfohlen: Chemische Verfahrenstechnik 1

4 **Inhalte:**

Inhalte der Lehrveranstaltung 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)

Inhalte der Lehrveranstaltung Chemische Verfahrenstechnik 2:

- Modelle realer Reaktoren (Verweilzeitverhalten, Kaskadenmoodell, Dispersionsmodell)
- Bilanzierung realer Reaktoren
- Adsorption (Isothermen nach Langmuir, Freundlich, BET)
- heterogene Makrokinetik gas/fest (katalytische Reaktionen an porösen Festkörpern, Porennutzungskonzept)
- heterogene Makrokinetik gas/flüssig (Stoffübergang ohne und mit chemischer Reaktion, Zweifilmmodell)
- Kopplung von Massen- und Wärmebilanz bei nicht-isothermen Reaktoren
- Auslegung adiabater Reaktoren bei endothermen und exothermen irreversiblen Reaktionen
- Stabilitätsverhalten chemischer Reaktoren
- Exotherme Gleichgewichtsreaktionen und Kühlstrategien

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

zu a): 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.

zu b): Die Studierenden kennen grundlegende Modelle zur Beschreibung des Durchmischungs- und Umsatzverhaltens realer chemischer Reaktoren. Sie sind weiterhin in der Lage, die Grundlagen der Mikrokinetik und ihrer Wechselwirkung mit überlagerten Transportprozessen (Makrokinetik) auf mehrphasige Reaktionssysteme anzuwenden. Sie sind mit den Grundlagen von gekoppelten Wärme- und Stoffbilanzen in chemischen Reaktoren vertraut, die die Basis für das Verständnis des Stabilitätsverhaltens chemischer Reaktoren sowie von Kühlstrategien bilden.

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 - 45 Min.	50 %
b)	Klausur oder mündliche Prüfung	120 Min. oder 30 - 45 Min.	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 Modulabschlussprüfung bestanden ist.

10	**Gewichtung für Gesamtnote:** Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).
11	**Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:** Masterstudiengang Chemieingenieurwesen, Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau
12	**Modulbeauftragte/r:** Dr. Mike Bobert, Prof. Dr. Guido Grundmeier
13	**Sonstige Hinweise:**

3.9 Digitale und Virtuelle Produktentstehung

Digitale und Virtuelle Produktentstehung						
Digital and Virtual Product Creation						
Modulnummer:	**Workload (h):**	**LP:**	**Studiensem.:**	**Turnus:**	**Dauer (in Sem.):**	**Sprache:**
M.104.7308	240	8	1.-3. Semester	Sommer- / Wintersemester	2	de / en

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.104.51226 Digitale und Virtuelle Produktentstehung 1	V2 Ü1, WS	45	75	P	20 - 40
b)	L.104.51236 Digitale und Virtuelle Produktentstehung 2	V2 Ü1, SS	45	75	P	20 - 40

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

keine

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

Empfohlen: Entwicklungsmethodik, CAD/PDM

Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Digitale und Virtuelle Produktentstehung 1:
Empfohlen: Modul „Methoden und Hilfsmittel in der Produktentstehung“, Modul „Produktentstehung“

Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Digitale und Virtuelle Produktentstehung 2:
Empfohlen: Modul „Methoden und Hilfsmittel in der Produktentstehung“, Modul „Produktentstehung“

Prerequisites of course Digitale und Virtuelle Produktentstehung 1:
Recommended: Module “Methods and tools in product development”, module “Product creation”

Prerequisites of course Digitale und Virtuelle Produktentstehung 2:
Recommended: Module “Methods and tools in product development”, module “Product creation”

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 Alleinstellungsmerkmal im Wettbewerb geschaffen werden. 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 zielgerichteter Einsatz entscheidet über die Effektivität und Effizienz 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. *Inhalte der Lehrveranstaltung Digitale und Virtuelle Produktentstehung 1:* • Rechnergestützte Produktentwicklung • Computer Aided Design (CAD) und Engineering (CAE/CAx) • Anwendungsbezogene Grundlagen der Informatik und Wirtschaftsinformatik – Informationssysteme, IT-System-Architekturen und Interoperabilität (Informationsmanagement) – Modellierung, Datenmanagement und Methoden der Daten-Analyse – Mensch-Maschine-Interaktion, Visualisierung und Computergraphik – Computer Supported Collaborative Work (CSCW) • Kollaboration in der Produktentwicklung – Produktdatenmanagement (PDM) – Product und Systems Lifecycle Management (PLM/SysLM) • Simulation Driven Engineering • Model Based Systems Engineering (MBSE) • Modellbasiertes Life Cycle Assessment (LCA) • Schlüsseltechnologien für DVPE

Inhalte der Lehrveranstaltung Digitale und Virtuelle Produktentstehung 2:

- Virtual Engineering bzw. Virtuelle Produktentwicklung
- Virtual und Rapid Prototyping
- Virtual und Augmented Reality (VR/AR)
  - Grundlagen der Virtual und Augmented Reality
  - Algorithmen für das Echtzeit-Rendering
  - System-Architektur und Hardware
- Schnittstellen zwischen Produktentwicklung und Produktion
  - Integrierte Produktentwicklung
  - Design for X und Feature-basierte Modellierung
- Produktion
  - Digitale Fabrik
  - Produktionsplanung und -steuerung mit Schnittstellen zu Enterprise Resource Planning (ERP) und Manufacturing Execution Systems (MES)
  - Fabrikplanung
  - Digitaler Zwilling
- Produktlebenszyklus
- Anwendung im Sinne von Industrie 4.0

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. 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 development 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 and efficiency 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.

Contents of the course Digitale und Virtuelle Produktentstehung 1:

- Digital Engineering
- Computer Aided Design (CAD) and Engineering (CAE/CAx)
- Adoption of fundamentals from Information Technology
  - Information systems, IT system architectures and interoperability (information management)
  - Modelling, data management and methods of data analysis
  - Human-machine interaction, visualization und computer graphics
  - Computer Supported Collaborative Work (CSCW)
- Collaboration in product engineering
  - Product Data Management (PDM)
  - Product and Systems Lifecycle Management (PLM/SysLM)
- Simulation Driven Engineering
- Model Based Systems Engineering (MBSE)
- Model-based Life Cycle Assessment (LCA)
- Key technologies for DVPE

Contents of the course Digitale und Virtuelle Produktentstehung 2:

- Virtual Engineering and Virtual Product Creation
- Virtual und Rapid Prototyping
- Computer Aided Engineering (CAE) and simulation
- Virtual and Augmented Reality (VR/AR)
  - Fundamentals of Virtual and Augmented Reality
  - Algorithms for real-time rendering
  - System architecture and hardware
- Interfaces between product development and production
  - Integrated product development
  - Design for X und Feature-based modelling
- Production
  - Digital Factory
  - Production planning and control, incl. interfaces to Enterprise Resource Planning (ERP) and Manufacturing Execution Systems (MES)
  - Factory Planning
  - Digital Twin
- Product lifecycle
- Application in terms of Industry 4.0

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

Das Modul Digitale und Virtuelle Produktentstehung (DVPE) vermittelt sowohl Basis- 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 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.104.7222) werden um die Nutzung von digitalen Werkzeugen und virtueller Realität erweitert. In den weiteren Seminaren “Angewandte Produktionstechnik“ (L.104.51480) und „Projektlabor Digitale Fabrik“ (M.104.7706) 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 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. 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 “Produktentstehung” (M.104.7222) are extended by the use of digital tools and virtual reality. In the other seminars “Angewandte Produktionstechnik” (L.104.51480) and “Projektlabor Digitale Fabrik” (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) - b)	Klausur oder mündliche Prüfung	120 - 240 Minuten oder 45 - 60 Minuten	100%

In der Prüfung sollen die Studierenden für exemplarische Problemstellungen die zugrundeliegenden Elementarprozesse erläutern sowie geeignete Verfahren auswählen und ihre Anwendung praktisch 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 bestanden ist.

10 **Gewichtung für Gesamtnote:**

Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).

11	**Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:** Masterstudiengang Maschinenbau, Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau
12	**Modulbeauftragte/r:** Dr.-Ing. Jens Pottebaum, Prof. Dr. Iris Gräßler
13	**Sonstige Hinweise:**

3.10 Entwicklung eines elektrisch betriebenen und autonom fahrenden Rennfahrzeugs

Entwicklung eines elektrisch betriebenen und autonom fahrenden Rennfahrzeugs						
Development of an electrically operated and autonomous driving racing car						
Modulnummer:	**Workload (h):**	**LP:**	**Studiensem.:**	**Turnus:**	**Dauer (in Sem.):**	**Sprache:**
M.104.7339	240	8	1-4	Sommer- / Wintersemester	2	de

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	**Lehrform**	**Kontaktzeit (h)**	**Selbststudium (h)**	**Status (P/WP)**	**Gruppengröße (TN)**
a)	L.104.25658 Entwicklung und Auslegung eines elektrisch betriebenen und autonom fahrenden Rennfahrzeugs	P4, WS	60	60	WP	max. 12
b)	L.104.25657 Herstellung und Validierung eines elektrisch betriebenen und autonom fahrenden Rennfahrzeugs	P4, SS	60	60	WP	max. 12

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

Keine

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

Keine

4	**Inhalte:** *Inhalte der Lehrveranstaltung Entwicklung und Auslegung eines elektrisch betriebenen und autonom fahrenden Rennfahrzeugs:* 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 sind sowohl wirtschaftliche Analysen des Prototyps als auch ein geeignetes Marketingkonzept zu erstellen. Die Lehrveranstaltung bietet den Studierenden großen Freiraum für Kreativität, sodass durch innovative Werkstoffkombinationen und unkonventionelle Lösungsansätze die Performance des Rennwagens maximiert werden kann. Zwingend erforderlich ist dafür 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. *Inhalte der Lehrveranstaltung Herstellung und Validierung eines elektrisch betriebenen und autonom fahrenden Rennfahrzeugs:* Aufbauend auf der Veranstaltung „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.

<table>
<tr><td>5</td><td>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:
Die Studierenden sind in der Lage hochvakante ingenieurwissenschaftliche Aufgabenstellungen selbstständig zu bearbeiten. Sie können sich dabei in einer vorgegebenen Zeit in neue Themenbereiche einarbeiten, Lösungsansätze kreieren und umsetzen, sowie die Ergebnisse in Diskussions- und Präsentationsrunden vorstellen. Im Rahmen des Moduls wird die Zusammenarbeit interdisziplinärer Fachgruppen gefördert.</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) - b)</td><td>Mündliche Prüfung</td><td>45-60 Min.</td><td>100%</td></tr>
</table>
Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Prüfungsleistung konkret zu erbringen ist.</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.</td></tr>
<tr><td>10</td><td>Gewichtung für Gesamtnote:
Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).</td></tr>
<tr><td>11</td><td>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:
Masterstudiengang Chemieingenieurwesen, Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau</td></tr>
<tr><td>12</td><td>Modulbeauftragte/r:
Prof. Dr. Thomas Tröster</td></tr>
<tr><td>13</td><td>Sonstige Hinweise:</td></tr>
</table>

3.11 Ermüdungsfestigkeit

Ermüdungsfestigkeit

Fatigue strength

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiensem.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:
M.104.7311	240	8	1.-3. Semester	Sommer- / Wintersemester	2	de / en

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.104.13265 Betriebsfestigkeit	V2 Ü1, WS	45	75	P	5-40
b)	L.104.13220 Fatigue Cracks	V2 Ü1, SS	45	75	P	5-40

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

keine

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

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

Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Betriebsfestigkeit:
Grundkenntnisse in Technischer Mechanik (Statik und Festigkeitslehre) und Werkstoffkunde

Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Fatigue Cracks:
Grundkenntnisse in Technischer Mechanik (Statik und Festigkeitslehre) und Werkstoffkunde

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

Prerequisites of course Betriebsfestigkeit:
Basic knowledge of technical mechanics (static and strength of materials) and materials science

Prerequisites of course Fatigue Cracks:
Basic knowledge of technical mechanics (static and strength of materials) and materials science

4 **Inhalte:**

Das Modul Ermüdungsfestigkeit beinhaltet die Themengebiete “Betriebsfestigkeit” und “Ermüdungsrisse”. Die Lehrveranstaltung zum Thema Betriebsfestigkeit erfolgt im Wintersemester in deutscher Sprache, die Lehrveranstaltung zum Thema Ermüdungsrisse (fatigue cracks) im Sommersemester in englischer Sprache.

Inhalte der Lehrveranstaltung Betriebsfestigkeit:
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.
Die Vorlesung Betriebsfestigkeit befasst sich insbesondere mit folgenden Punkten:

- Betriebsfestigkeit: Einordnung, Definition und Vorgehensweise
- 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 und Maßnahmen zur Verlängerung der Lebensdauer von Bauteilen und Strukturen

Inhalte der Lehrveranstaltung Fatigue Cracks:
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 module Fatigue Strength includes the topics “Operational Stability” and “Fatigue Cracks”. The course on Operational Stability takes place in the winter term in German, the course on Fatigue Cracks in the summer term in English.

	Contents of the course Betriebsfestigkeit: During operation, components and structures of a vehicle, a machine or a technical system are often exposed to mechanical stresses that change over the time. Therefore, the main goal in product manufacturing is to produce a component that reliably fulfills its function over the entire service lifetime. The "Operational Stability" provides methods for damage and service life assessment and for the determination of the service life until the appearance of the initial crack. The application of these concepts and methods enables a safe and economical design of the components in an early phase of the product development. The lecture "Operational Stability" deals in particular with the following contents: • Operational stability: classification, definition and procedure • Time-dependent component load / stress • Counting and classification procedures for the determination of load spectrums • Material parameters and functions for cyclic loading • Concepts of damage and service life calculation • Responsibility for defective products and measures to extend service lifetime of components and structures *Contents of the course Fatigue Cracks:* 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:** Die Studierenden sind in der Lage die Festigkeit und Lebensdauer zyklisch beanspruchter Bauteile zu berechnen. Sie können mit ingenieurmäßigen Methoden technische Produkte und Bauteile so entwickeln, dass Schäden infolge von Betriebsbelastungen vermieden werden. Darüber hinaus kennen sie Konzepte zur Bestimmung der Anriss- sowie der Restlebensdauer und sind in der Lage, den Beginn des stabilen und instabilen Risswachstums sowie die Richtung der Rissausbreitung zu ermitteln. Mit den Inhalten der Lehrveranstaltung Betriebsfestigkeit sind die Studierenden in der Lage...

- die Einordnung, Definition und Zielsetzung der Betriebsfestigkeit 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 durchzuführen,
- Folgen fehlerhafter Produkte zu nennen und mit ingenieurmäßigen Methoden technische Produkte und Bauteile so zu entwickeln, dass Schäden infolge Betriebsbelastung vermieden werden.

Mit den Inhalten der Lehrveranstaltung „Fatigue Cracks“ sind die Studierenden in der Lage…

- in der Vergangenheit aufgetretene Schäden infolge von Risswachstum zu bewerten und Schadensursachen sowie Maßnahmen zur Schadensvermeidung zu benennen,
- die wesentlichen Grundlagen und bruchmechanischen Größen zu beschreiben und eigenständig auf einfache Rissprobleme anzuwenden,
- den Begriff Ermüdungsrisswachstum zu beschreiben und dabei häufig auftretende bruchmechanische Größen wiederzugeben 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.

The students are able to calculate the strength and service life of cyclically stressed components. They can use engineering methods to develop technical products and components in such a way that damage as a result of operational loads is avoided. In addition, they know crack growth concepts for determining the life time until the appearance of a technical crack, the remaining service lifetime as well as the start of stable and unstable crack growth and the direction of crack propagation.

With the contents of the course Structural Durability, the students are able…

- to reproduce and describe the classification, definition and objective of operational stability,
- 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 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 stress is avoided.

With the content of the “Fatigue Cracks” course, students are able to...

- to assess 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 and to apply them independently to simple crack problems,
- 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) - b)	Mündliche Prüfung	45 - 60 Minuten	100%

In der Prüfung sollen die Studierenden die wesentlichen Grundlagen des Fatigue Cracks und der Betriebsfestigkeit wiedergeben, erklären und anwenden können.

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.

10	**Gewichtung für Gesamtnote:** Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).
11	**Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:** Masterstudiengang Maschinenbau, Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau
12	**Modulbeauftragte/r:** Prof. Dr.-Ing. Gunter Kullmer
13	**Sonstige Hinweise:** *Hinweise der Lehrveranstaltung 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 *Hinweise der Lehrveranstaltung Fatigue Cracks:* 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

Remarks of course 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

Remarks of course Fatigue Cracks:
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

3.12 Fachlabore: Leichtbau und Werkstoffkunde

Fachlabore: Leichtbau und Werkstoffkunde

Laboratory: Lightweight design and material science

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiensem.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:
M.104.7312	240	8	1.-3. Semester	Sommer- / Wintersemester	1	de

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.104.21990 Fachlabor Leichtbau	S3, WS, SS	45	75	P	15
b)	L.104.23965 Fachlabor Werkstoffkunde	S3, WS, SS	45	75	P	15

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

keine

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

keine

Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Fachlabor Leichtbau:
Empfohlen: Fügetechnische Vorlesungen des LWF

Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Fachlabor Werkstoffkunde:
Empfohlen werden die Vorlesungen Werkstoffkunde 1 und 2.

4 **Inhalte:**

Inhalte der Lehrveranstaltung Fachlabor Leichtbau:

- 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

Inhalte der Lehrveranstaltung Fachlabor Werkstoffkunde:
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:**

Dieses Modul fokussiert die sehr praxisnahe Umsetzung von fertigungstechnischen Lösungen unter Berücksichtigung von Auslegungsprozessen und der Einflussanalyse sowie von Werkstoffanalysen mittels geeigneter Methoden. Die Studierenden können praxisrelevante Aufgabenstellungen aus dem Bereich der Fertigungstechnik und der Werkstoffkunde erkennen und in eigenen Worten wiedergeben. Mittels geeigneter Methoden können sie Lösungen in Form von Prüfmethoden und Verfahrensvarianten entwickeln und entsprechende Anlagen und Geräte (auf theoretischer Ebene) bedienen. Sie können Versuche und Methoden planen, beschreiben und beurteilen. Bei der Durchführung der Laborveranstaltungen lernen die Studierenden weiterhin, die erarbeiteten Ergebnisse zu präsentieren und im Rahmen von Prüfungsgesprächen ihren Lösungsweg zu argumentieren.

6 **Prüfungsleistung:**

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

zu	**Prüfungsform**	**Dauer bzw. Umfang**	**Gewichtung für die Modulnote**
a) - b)	Klausur oder mündliche Prüfung	180 - 240 Minuten oder 45 - 60 Minuten	100%

In der Prüfung sollen die Studierenden für exemplarische Problemstellungen die zugrundeliegenden fertigungstechnischen Prozesse erläutern sowie geeignete Lösungen, Verfahren und Apparate auswählen und bewerten.

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.
10	**Gewichtung für Gesamtnote:** Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).
11	**Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:** Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau
12	**Modulbeauftragte/r:** Prof. Dr.-Ing. Gerson Meschut
13	**Sonstige Hinweise:**

3.13 Fahrzeugaerodynamik und Fahrzeugakustik

Fahrzeugaerodynamik und Fahrzeugakustik

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiensem.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:
M.104.7313	240	8	1.-3. Sem.	Sommersemester	1	de

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.104.12275 Fahrzeugakustik	V2 Ü1, SS	45	75	P	20-60
b)	L.104.25280 Fahrzeugaerodynamik	V2 Ü1, SS	45	75	P	5-20

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

keine

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

Empfohlen: Grundkenntnisse in Mathematik und Mechanik, wie sie in den Vorlesungen des Bachelorstudiums Maschinenbau und in der Vorlesung Maschinen- und Systemdynamik vermittelt werden.

Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Fahrzeugakustik:
Grundkenntnisse in Mathematik und Mechanik

Prerequisites of course Fahrzeugakustik:
Basic knowledge of mathematics and mechanics

4 **Inhalte:**

Inhalte der Lehrveranstaltung Fahrzeugakustik:
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.

Inhalte der Lehrveranstaltung Fahrzeugaerodynamik:
Das Modul gibt eine Einführung in die Strömungsvorgänge bei bodengebundenen Fahrzeugen, mit dem Schwerpunkt Straßenfahrzeuge. Nach einer Einführung in die Aerodynamik der stumpfen Körper vermittelt die Vorlesung einführende Kenntnisse über Heckformen, Widerstandsreduzierung und Potentialströmung in Bodennähe. Das Modul beinhaltet instationäre Effekte und vermittelt angewandte Kenntnisse über Versuchsanlagen und Windkanalmessungen.

Contents of the course Fahrzeugakustik:
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:**

Fahrzeugakustik: Die Studierenden verfügen über das Grundwissen der modernen Fahrzeugakustik und sind in der Lage, einfache Problemstellungen der Fahrzeugakustik zu lösen.

Fahrzeugaerodynamik: 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.

6 **Prüfungsleistung:**

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

zu	**Prüfungsform**	**Dauer bzw. Umfang**	**Gewichtung für die Modulnote**
a)	Klausur oder mündliche Prüfung	90 Minuten oder 30 Minuten	50%
b)	Klausur oder mündliche Prüfung	90 Minuten oder 30 Minuten	50%

In der Prüfung sollen die Studierenden die wesentlichen Grundlagen zur Fahrzeugdynamik und Fahrzeugaerodynamik wiedergeben, erklären und anwenden können.

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 bestanden sind.

10 **Gewichtung für Gesamtnote:**

Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).

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

Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau

12 **Modulbeauftragte/r:**

Prof. Dr.-Ing. habil. Walter Sextro

13 **Sonstige Hinweise:**

Hinweise der Lehrveranstaltung Fahrzeugakustik:
Blockveranstaltung; Vorlesung und Übung können nur gemeinsam besucht werden.

	Remarks of course Fahrzeugakustik: Block course; lecture and exercise can only be attended together.

3.14 FEM und Numerik

FEM und Numerik

FEM and numerical methods

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiensem.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:
M.104.6110	240	8	1.-4. Semester	Sommer- / Wintersemester	2	de

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.105.94400 Mathematik 4 (Numerische Methoden)	V2 Ü1, SS	45	75	P	60
b)	L.104.22221 FEM in der Werkstoffsimulation	V2 Ü1, WS	45	75	P	20-40

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

keine

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

Empfohlen: Grundlagen der Mathematik und Mechanik

4 **Inhalte:**

Inhalte der Lehrveranstaltung Mathematik 4 (Numerische Methoden):
Numerische Methoden, wie z.B.

- Direkte und iterative Lösungsverfahren für lineare Gleichungssysteme
- Iteratives Lösen nichtlinearer Gleichungssysteme
- Verfahren für Eigenwert- und Eigenvektorberechnung
- Polynominterpolation und numerische Quadratur
- Integrationsverfahren für gewöhnliche Differentialgleichungen (Anfangswertprobleme)
- Numerische Lösung partieller Differentialgleichungen, Grundlagen der Methode der finiten Differenzen bzw. finiten Elemente

Inhalte der Lehrveranstaltung FEM in der Werkstoffsimulation:

- Problemstellungen des Maschinenbaus: Elastische Probleme, Stationäre Wärmeleitung
- 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)

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

Die Studierenden können Berechnungsmethoden der Mechanik erläutern und können maschinenbauliche Aufgabenstellungen mit der Finite-Element-Methode bearbeiten. Sie sind in der Lage, die wichtigsten Berechnungsverfahren zur Bewertung von Bauteilen zu benennen und 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 behandeln. Die Studierenden kennen die dafür notwendigen wichtigsten Verfahren zur numerischen Berechnung und können diese auch auf weitere einfache physikalische Probleme anwenden. Sie sind in der Lage, die Genauigkeit und Signifikanz der numerischen Berechnungen einzuschätzen und kritisch zu hinterfragen.

6 **Prüfungsleistung:**

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

zu	**Prüfungsform**	**Dauer bzw. Umfang**	**Gewichtung für die Modulnote**
a)	Klausur	60-120 Minuten	50 %
b)	Klausur oder mündliche Prüfung	90-120 Minuten oder 30-45 Minuten	50 %

In der Prüfung sollen die Studierenden für exemplarische Problemstellungen die zugrundeliegenden Methoden erläutern, sowie für Berechnungsbeispiele detaillierte Lösungen finden. Die Studierenden stellen für ein gegebenes Problem ein adäquates numerisches Verfahren auf und vergleichen verschiedene numerische Verfahren.

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 bestanden sind.

10 **Gewichtung für Gesamtnote:**

Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).

11	**Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:** Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau
12	**Modulbeauftragte/r:** Univ.-Prof. Dr.-Ing. Richard Ostwald
13	**Sonstige Hinweise:** Es wird empfohlen, Mathe 4 zeitlich vor FEM in der Werkstoffsimulation zu hören.

3.15 Höhere Mechanik

Höhere Mechanik

Advanced engineering mechanics

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiensem.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:
M.104.7316	240	8	1.-3. Semester	Sommersemester	1	de

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.104.22210 Elastomechanik	V2 Ü1, SS	45	75	P	20-40
b)	L.105.94400 Mathematik 4 (Numerische Methoden)	V2 Ü1, SS	45	75	P	60

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

keine

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

keine / none

4 **Inhalte:**

Inhalte der Lehrveranstaltung Elastomechanik:

- Problemstellungen des Maschinenbaus: Hyperelastische Probleme, große Deformationen
- Grundlagen der Tensorrechnung und deren Anwendung (durch Verzerrungs- und Spannungstensoren)
- Einführung in verschiedene Materialmodelle
- Einführung in die Finite Elemente Methode

Inhalte der Lehrveranstaltung Mathematik 4 (Numerische Methoden):
Numerische Methoden, wie z.B.

- Direkte und iterative Lösungsverfahren für lineare Gleichungssysteme
- Iteratives Lösen nichtlinearer Gleichungssysteme
- Verfahren für Eigenwert- und Eigenvektorberechnung
- Polynominterpolation und numerische Quadratur
- Integrationsverfahren für gewöhnliche Differentialgleichungen (Anfangswertprobleme)
- Numerische Lösung partieller Differentialgleichungen, Grundlagen der Methode der finiten Differenzen bzw. finiten Elemente

5	**Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:** In der Elastomechanik (als Teilgebiet der Kontinuumsmechanik) lernen die Studenten die Anwendung der Tensorrechnung bei unterschiedlichen hyperelastischen Problemstellungen. Die Berechnung von Deformationen und elastischen Spannungen bei Beanspruchungen wird ermöglicht. Des Weiteren sind sie in der Lage, durch das Erlernen numerischer Methoden, mathematische Problemstellungen (welche in der Regel durch partielle Differentialgleichungen beschrieben werden) zu erkennen, zu analysieren und gezielt durch geeignete numerische Verfahren und Algorithmen zu lösen.
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 30-45 Minuten	50%
b)	Klausur	60-120 Minuten	50%

	In der Prüfung sollen die Studierenden für exemplarische Problemstellungen die zugrundeliegenden Methoden erläutern, sowie für Berechnungsbeispiele detaillierte Lösungen finden.
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 bestanden sind.
10	**Gewichtung für Gesamtnote:** Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).
11	**Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:** Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau
12	**Modulbeauftragte/r:** Univ.-Prof. Dr.-Ing. Richard Ostwald
13	**Sonstige Hinweise:**

3.16 Kälte- und Wärmepumpentechnik

Kälte- und Wärmepumpentechnik

Refrigeration and heat pump technology

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiensem.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:
M.104.7334	240	8	1. - 3. Semester	Sommer- / Wintersemester	2	de

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.104.33245 Kältetechnik und Wärmepumpentechnik	V2 Ü1, WS	45	75	WP	20 - 40
b)	L.104.33295 Angewandte Wärmepumpentechnik	V2 Ü1, SS	45	75	WP	20 - 40

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

keine

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

Empfohlen: Thermodynamik 1

4 **Inhalte:**

Inhalte der Lehrveranstaltung Kältetechnik und Wärmepumpentechnik:
1 Kältemischungen und Verdunstungskühlung

- Arten von Kältemischungen, Temperaturbereich, Anwendung, feuchte Luft (Kühlturm, Klimaanlage)

2 Kompressions-Kältemaschine und -Wärmepumpe

- Vergeichsprozesse, Arbeitsmedien, Exergiebetrachtungen, mehrstufiger Maschinen

3 Tieftemperaturtechnik

- Kaltgasmaschinen-Prozesse, Linde-Prozess, usw.

4 Absorptions-Kältemaschine und -Wärmepumpe

- Thermodynamik von Lösungen, Vergleichsprozesse, Arbeitsstoffpaare, techn. Aufbau

Inhalte der Lehrveranstaltung Angewandte Wärmepumpentechnik:

- 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 Hörer werden mit den verschiedenen Techniken der Kälteerzeugung und Wärmepumpentechnik vertraut gemacht, bei denen unterschiedliche Kompressionsverfahren und Kompressortypen ebenso eine wichtige Rolle spielen wie unterschiedliche Wärme- und Stoffaustauschapparate. Die Vorlesung soll vor dem Hintergrund des großen Umbruchs, der durch die Ozonproblematik und den Treibhauseffekt in der Kältetechnik stattfindet, dazu befähigen, die verschiedenen Techniken zu bewerten und für jeden speziellen Anwendungsfall die geeignete Anlage zu berechnen und auszulegen. 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) - b)	Klausur oder mündliche Prüfung	180 - 240 Min. oder 45 - 60 Min.	100%

In der Prüfung sollen die Studierenden für exemplarische Problemstellungen Verfahren und Apparate auswählen und auslegen.

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.

10 **Gewichtung für Gesamtnote:**

Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).

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

Masterstudiengang Chemieingenieurwesen, Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau

12 **Modulbeauftragte/r:**

Prof. Dr. Tina Kasper

13	**Sonstige Hinweise:** *Hinweise der Lehrveranstaltung Angewandte Wärmepumpentechnik:* 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.

3.17 Methoden und Werkzeuge in der Produktentwicklung

Methoden und Werkzeuge in der Produktentwicklung

Methods and tools in product design

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiensem.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:
M.104.7318	240	8	1.-3. Semester	Sommersemester	2	de

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.104.14210 Konstruktionsmethodik	V2 Ü1, SS	45	75	P	30-60
b)	L.104.11245 Produktdatenmanagement (PDM)	V2 Ü1, SS	45	75	P	30-60

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

keine

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

Empfohlen: Technische Darstellung, Methoden und Hilfsmittel in der Produktentstehung

4 **Inhalte:**

Inhalte der Lehrveranstaltung Konstruktionsmethodik:
Grundlagen und allgemein einsetzbare Lösungsmethoden (z.B. Analyse, Synthese, Bewusste Negation, konvergentes/divergentes Denken, Analogiebetrachtungen. . .) sowie Methoden

- zur Anregung der Intuition (Brainstorming, Galerie, Delphi, . . .)
- für die Lösungsfindung und -auswahl (Morphologischer Kasten, Nutzwertanalyse, . . .),
- zur Produktplanung (Situationsanalyse, Szenariotechnik, . . .),
- für Konzeption und Gestaltung (Abstraktion, Funktions- und Wirkstruktur, . . .),
- zur Fehlervermeidung (QFD, FMEA)
- zur Abschätzung von Kosten (über Materialkostenanteile, über charakteristische Länge, . . .)

Inhalte der Lehrveranstaltung Produktdatenmanagement (PDM):

- PDM als Bindeglied in der Produktentwicklung
- Wirtschaftlicher CAD-Einsatz
- Angebotsbearbeitung und -kalkulation für komplexe technische Systeme
- Rückgriffssystematik und Produktstrukturierung
- Einführung in ein Produktionsplanungs- und Steuerungssystem
- PDM und Datenverwaltung
- Datenbanken (Datenorganisation und -management)
- PLM-/PDM-Systeme als Integrationsplattform
- Datenanalyse
- Semantische Technologien und Forschungsdatenmanagement

Contents of the course Konstruktionsmethodik:
Fundamentals and generally applicable solution methods as well as methods for

- activating the intuition
- solution finding and selection
- product planning
- conception and design
- error prevention
- estimate the costs

Contents of the course Produktdatenmanagement (PDM):

- PDM as a link in product development
- Economical use of CAD
- Offer processing and calculation for complex technical systems
- Recourse system and product structuring
- Introduction of a production planning and control system
- PDM and data management
- Databases (data organization and management)
- PLM/PDM systems as an integration platform
- Data analysis
- Semantic technologies and research data management

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

Die Konstruktion ist die Phase der Produktentwicklung, in der eine technische Lösung für eine gegebene Problemstellung ausgearbeitet wird. Entsprechend vertieft das Modul die Grundlagen der Entwicklungsmethodik. Diese Methoden werden durch rechnergestützte Werkzeuge (CAx) unterstützt, die auf CAD und PDM aufbauen und zu einer weitreichenden Rationalisierung der Konstruktion führen. Die Studierenden sind in der Lage, zur Lösung konstruktiver Aufgaben geeignete Entwicklungs- methoden, Gestaltungsregeln und Hilfsmittel zu nennen und anzuwenden. Sie erwerben ein grundständiges Verständnis für den Entstehungsprozess eines Produkts sowohl aus technischer als auch aus organisatorischer Sicht. Sie erfahren, wie systematische Vorgehensweise, Gestal- tung, Kreativität und Kooperation im Entwicklungsablauf zusammenwirken und erwerben damit menschliche, methodische und fachliche Kompetenz für die Mitarbeit in oder Leitung von Entwick- lungsprojekten. Studierende können IT-Systeme bezüglich ihrer Funktionalität innerhalb des Produktlebenszyklusmanagements einordnen und ihre Einsatzbereiche benennen. Sie können Konzepte zur Integration der verschiedenen Anwendungen erarbeiten und erläutern. Studierende erwerben die Fähigkeit, weitere Werkzeuge bezüglich des Informations- und Datenmanagements, der Angebotsbearbeitung und der Angebotskalkulation zur Optimierung von Prozessen anzuwenden.

Design is the phase of product development in which a technical solution for a given problem is developed. Accordingly, the module deepens the fundamentals of development methodology. These methods are supported by computer-aided tools (CAx) that build on CAD and PDM and lead to extensive rationalization of the design process.

Students are able to identify and apply appropriate development methods, design rules, and tools to solve design tasks. They acquire a basic understanding of the product development process from both a technical and organizational perspective. They learn how systematic approaches, design, creativity, and cooperation interact in the development process, thereby acquiring human, methodological, and technical competence for participating in or leading development projects.

Students can classify IT systems based on their functionality within product lifecycle management and identify their areas of application. They can develop and explain concepts for integrating various applications. Students acquire the ability to apply additional tools related to information and data management, proposal processing, and cost estimation to optimize processes.

6 **Prüfungsleistung:**

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

zu	**Prüfungsform**	**Dauer bzw. Umfang**	**Gewichtung für die Modulnote**
a) - b)	Klausur oder mündliche Prüfung	120-240 Minuten oder 45-60 Minuten	100%

In der Prüfung sollen die Studierenden die wesentlichen Grundlagen zur Konstruktionsmethodik und rechnergestützten Produktentwicklung wiedergeben, erklären und anwenden können.

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.
10	**Gewichtung für Gesamtnote:** Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).
11	**Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:** Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau
12	**Modulbeauftragte/r:** Prof. Dr. Iryna Mozgova
13	**Sonstige Hinweise:**

3.18 Moderne Methoden der Regelungstechnik 2

Moderne Methoden der Regelungstechnik 2						
Modern methods of automatic control 2						
Modulnummer:	**Workload (h):**	**LP:**	**Studiensem.:**	**Turnus:**	**Dauer (in Sem.):**	**Sprache:**
M.104.7319	240	8	2. Semester	Sommersemester	1	de

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	**Lehrform**	**Kontaktzeit (h)**	**Selbststudium (h)**	**Status (P/WP)**	**Gruppengröße (TN)**
a)	L.104.52275 Optimale Steuerungen und Regelungen	V2 Ü1, SS	45	75	P	20-40
b)	L.104.52265 Intelligente Regelungen	V2 Ü1, SS	45	75	P	20-40

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

keine

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

Empfohlen: Modul “Moderne Methoden der Regelungstechnik 1” erfolgreich bestanden.

4 **Inhalte:**

Inhalte der Lehrveranstaltung Optimale Steuerungen und Regelungen:
Optimierungsprobleme tauchen im Kontext der Ingenieurwissenschaften an vielen Stellen auf, da Methoden strukturell so ausgelegt werden immer die beste Lösung 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.

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

Inhalte der Lehrveranstaltung Intelligente Regelungen:
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. Daher werden in dieser Veranstaltung intelligente und datenbasierte Verfahren im Kontext der Regelungstechnik vorgestellt. Dabei werden die hier vorgestellten Methoden immer in Bezug zu ihren regelungstechnischen Anwendungen gesetzt.

- Grundlagen zu künstlicher Intelligenz und Lernverfahren
- Maschinelles Lernen
- Neuronale Netze
- Reinforcement Learning
- Fuzzy Systeme

Contents of the course Optimale Steuerungen und Regelungen:
Optimization problems occur in many areas of engineering, as methods are structurally designed to always find the best solution. Examples of this are optimal controllers or machine learning methods that use optimality principles when adjusting 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.

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

Contents of the course Intelligente Regelungen:
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. Especially when a conventional mathematical description is too difficult or costly, alternative approaches are pursued. This course therefore presents intelligent and data-based methods in the context of control engineering. The methods presented here are always placed in relation to their control engineering applications.

- Fundamentals of artificial intelligence and learning methods
- Machine learning
- Neural networks
- Reinforcement learning
- Fuzzy systems

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

Optimale Steuerungen und Regelungen 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.

	Intelligente Regelungen Die Studierenden haben Kenntnisse über Methoden der künstlichen Intelligenz und maschinellen Lernverfahren und können diese anwenden und erklären. Sie sind in der Lage, zu entscheiden welche dieser Methoden auf eine vorliegende regelungstechnische Aufgabenstellung anzuwenden ist und wie eine intelligente Regelung ausgelegt werden kann. Optimal control The students have knowledge of mathematical optimization in the design of control systems and are able to explain it. They are able to formulate an optimization problem according to the technical task, to select the appropriate optimization method (static or dynamic, unlimited or limited, linear or nonlinear, etc.) and to solve the optimization task. Intelligent control The students have knowledge about methods of artificial intelligence and machine learning and can apply and explain them. They are able to decide which of these methods is to be applied to a given control task and how an intelligent control system can be designed.
6	**Prüfungsleistung:** ☒Modulabschlussprüfung (MAP) □Modulprüfung (MP) □Modulteilprüfungen (MTP)

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

	Optimale Steuerungen und Regelungen In der Prüfung sollen die Studierenden für exemplarische Problemstellungen geeignete Methoden zur Optimierung auswählen und diese auf technische Systeme anwenden können. Intelligente Regelungen In der Prüfung sollen die Studierenden die behandelten Methoden der intelligenten Regelungen erklären und diese auf exemplarische Problemstellungen anwenden können.
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.
10	**Gewichtung für Gesamtnote:** Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).
11	**Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:** Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau
12	**Modulbeauftragte/r:** Dr.-Ing. Julia Timmermann, Prof. Dr. Ansgar Trächtler
13	**Sonstige Hinweise:**

3.19 Nachhaltigkeit und Innovation in der Kunststoffverarbeitung

Nachhaltigkeit und Innovation in der Kunststoffverarbeitung

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiensem.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:
M.104.7719	240	8	1./3. Semester	Wintersemester	1	de

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.104.42255 Spritzgießsonderverfahren	V2 Ü1, WS	45	75	P	20-40
b)	L.104.42295 Kunststoffrecycling	V2 Ü1, WS	45	75	P	20-40

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

keine

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

keine

4	**Inhalte:** *Inhalte der Lehrveranstaltung Spritzgießsonderverfahren:* • Heißkanalsysteme als Grundlage für alle Sonderverfahren • Verteilertechnik • Offene Systeme • Nadelverschlusssysteme • Seitliche Anspritzung • Rheologie im Heißkanal • Sonderverfahren und Werkzeugkonzepte • Materialspezifische Spritzgießverfahren (Hochtemperaturkunststoffe, Technische Kunststoffe, LSR, Schäumen etc.) • Mehrkomponentenspritzgießen • Tandem- und Etagenwerkzeuge • Kaskadenspritzgießen • Mikrospritzgießen • In-Situ-Spritzgießen • Automatisierte Spritzgieß-Produktionszellen • Aufbau von Spritzgieß-Produktionszellen • Einsatz von Robotik • Digitalisierung und Industrie 4.0 • Reinraumproduktion • Turnkey-Lösungen *Inhalte der Lehrveranstaltung Kunststoffrecycling:* 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
5	**Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:** Studierende werden in die Lage versetzt,

- bei der Herstellung von Kunststoffartikeln das geeignete Verfahren hinsichtlich Werkzeugkonzept und Heißkanaltechnik auszuwählen und einzusetzen,
- einen Bezug zwischen Verfahrenstechnik, Endprodukt und zu verarbeitenden Kunststoff herzustellen, um eine effiziente und qualitative Teileproduktion zu konzipieren,
- die Spritzgießtechnologie im Gesamtumfeld einer digitalen Produktion beurteilen und einsetzen zu können.

6 Prüfungsleistung:

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

zu	**Prüfungsform**	**Dauer bzw. Umfang**	**Gewichtung für die Modulnote**
a) - b)	Klausur oder mündliche Prüfung	120-180 Minuten oder 45-60 Minuten	100%

Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Prüfungsleistung konkret zu erbringen ist.

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.

10 Gewichtung für Gesamtnote:

Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).

11 Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:

Masterstudiengang Chemieingenieurwesen, Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau

12 Modulbeauftragte/r:

Prof. Dr.-Ing. Elmar Moritzer

13 Sonstige Hinweise:

3.20 Nanotechnologie

Nanotechnologie

Nanotechnology

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiensem.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:
M.104.7321	240	8	1.-3. Semester	Sommersemester	1	de

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.104.32230 Grundlagen der Nanotechnologie	V2 Ü1, SS	45	75	P	20 - 40
b)	L.104.32232 Angewandte Nanotechnologie	V2 Ü1, SS	45	75	P	20 - 40

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

keine

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Angewandte Nanotechnologie:
Empfohlen: Besuch der Vorlesung ‘Grundlagen der Nanotechnologie’

4 **Inhalte:**

Inhalte der Lehrveranstaltung Grundlagen der Nanotechnologie:

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
6. Grüne Nanotechnologie
7. Ausgewählte Anwendungen

Inhalte der Lehrveranstaltung Angewandte Nanotechnologie:
Nanotechnologie in aktuellen Anwendungen
Prozesse der Nanotechnologie

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

Die Studierenden können die grundlegenden physikalischen Phänomene, die beim Übergang in die Nanoskaligkeit auftreten und können entsprechende Anwendung daraus ableiten. Sie verstehen die verschiedenen Herstellungsverfahren nanoskaliger Strukturen auf Oberflächen und in dispensen Systemen ebenso wie die entsprechenden Charakterisierungsmethoden. Sie verstehen insbesondere die jeweiligen Grenzen der Verfahren und sind daher in der Lage, für ein gegebenes Problem die adäquaten Verfahren auszuwählen und die relevanten Zusammenhänge zu erläutern. Sie sind darüber hinaus in der Lage, die in der Grundlagenvorlesung erworbenen Kenntnisse und Verfahren anzuwenden, um für entsprechende Problemstellungen entsprechende Verfahren und Prozesse auswählen und grundlegend auslegen zu können.

6 **Prüfungsleistung:**

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

zu	**Prüfungsform**	**Dauer bzw. Umfang**	**Gewichtung für die Modulnote**
a) - b)	Klausur oder mündliche Prüfung	180 - 240 Min. oder 45 - 60 Min.	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>Referat</td><td>10-20 Minuten</td><td>SL</td></tr>
<tr><td>b)</td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>8</td><td>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:
Nachweis der Studienleistung.</td></tr>
<tr><td>9</td><td>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten:
Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.</td></tr>
<tr><td>10</td><td>Gewichtung für Gesamtnote:
Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).</td></tr>
<tr><td>11</td><td>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:
Masterstudiengang Chemieingenieurwesen</td></tr>
<tr><td>12</td><td>Modulbeauftragte/r:
Prof. Dr. Hans-Joachim Schmid</td></tr>
<tr><td>13</td><td>Sonstige Hinweise:</td></tr>
</table>

3.21 Partikeltechnik

Partikeltechnik						
Particle technology						
Modulnummer:	**Workload (h):**	**LP:**	**Studiensem.:**	**Turnus:**	**Dauer (in Sem.):**	**Sprache:**
M.104.7322	240	8	1.-3. Semester	Wintersemester	1	de / en

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	**Lehrform**	**Kontaktzeit (h)**	**Selbststudium (h)**	**Status (P/WP)**	**Gruppengröße (TN)**
a)	L.104.32276 Produktanalyse	V2, WS	30	45	P	20 - 40
b)	L.104.32576 Produktanalyse Praktikum	P1, WS	15	30	P	20-40
c)	L.104.32231 Particle Synthesis	V2 Ü0,5, WS	37	60	P	20 - 40
d)	L.104.32531 Particle Synthesis Practical Course	P 0,5, WS	8	15	P	20-40

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

keine

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

Empfohlen: a) Grundlagen der mechanischen Verfahrenstechnik b) Mechanische Verfahrenstechnik I: Grundlagen, Wärmeübertragung, Stoffübertragung, Chemische Verfahrenstechnik I

4	**Inhalte:** *Inhalte der Lehrveranstaltung Produktanalyse:* 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 *Inhalte der Lehrveranstaltung Particle Synthesis:* 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 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. 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		s.u.
b)	Gesamtheit der Versuche		s.u.
c)	Klausur oder mündliche Prüfung		s.u.
d)	Gesamtheit der Versuche		s.u.

Die Veranstaltungen Produktanalyse und Particle Synthesis werden in einer gemeinsamen Prüfung als Klausur oder mündliche Prüfung mit einem Anteil von 80 % an der Modulabschlussnote geprüft. Das Praktikum Produktanalyse besteht aus einer separaten Teilprüfung mit einem Anteil von 12 % an der Modulabschlussnote. Das Praktikum Particle Synthesis besteht aus einer separaten Teilprüfung mit einem Anteil von 8 % an der Modulabschlussnote.

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 bestanden sind.

10	**Gewichtung für Gesamtnote:** Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).
11	**Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:** Masterstudiengang Maschinenbau
12	**Modulbeauftragte/r:** Prof. Dr. Hans-Joachim Schmid
13	**Sonstige Hinweise:**

3.22 Piezoelektrische Systeme, Schwingungsmessung und -analyse

Piezoelektrische Systeme, Schwingungsmessung und -analyse						
Piezoelectric systems, vibration measurement and analysis						
Modulnummer:	**Workload (h):**	**LP:**	**Studiensem.:**	**Turnus:**	**Dauer (in Sem.):**	**Sprache:**
M.104.7340	240	8	1.-4. Semester	Sommer- / Wintersemester	2	de

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	**Lehrform**	**Kontaktzeit (h)**	**Selbststudium (h)**	**Status (P/WP)**	**Gruppengröße (TN)**
a)	L.104.12280 Piezoelektrische Systeme	V2 Ü1, SS	45	75	P	10 - 30
b)	L.104.12246 Schwingungsmessung und -analyse	V1 Ü2, WS	45	75	P	10 - 30

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

keine / none

3	**Teilnahmevoraussetzungen:** Empfohlen: 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”, “Sensorik und Aktorik” und “Multifunktionale Materialien” sind für das Verständnis des Stoffes hilfreich. *Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Piezoelektrische Systeme:* 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. *Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Schwingungsmessung und -analyse:* Voraussetzungen für die Lehrveranstaltung sind Grundkenntnisse aus dem Bereich der Schwingungslehre, wie sie in den Vorlesungen des Bachelorstudiums Maschinenbau vermittelt werden. *Prerequisites of course Piezoelektrische Systeme:* 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. *Prerequisites of course Schwingungsmessung und -analyse:* 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:** *Inhalte der Lehrveranstaltung Piezoelektrische Systeme:* Piezoelektrische Werkstoffe werden in Aktoren und Sensoren eingesetzt und gewinnen dadurch zunehmende technische Bedeutung. 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. 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. *Inhalte der Lehrveranstaltung Schwingungsmessung und -analyse:* 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.

	Contents of the course Piezoelektrische Systeme: Piezoelectric materials are used in actuators and sensors and are therefore becoming increasingly important in technical terms. 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. 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. *Contents of the course Schwingungsmessung und -analyse:* 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.
5	**Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:** Piezoelektrische Systeme: Die Studierenden verfügen über weitreichende Kenntnisse piezoelektrischer Systeme und deren Einsatzgebiete. 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. 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. Piezoelectric systems: The students have extensive knowledge of piezoelectric systems and their areas of application. 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. 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.

<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 min</td><td>100%</td></tr>
</table>
In der Prüfung sollen die Studierenden die wesentlichen Grundlagen zu piezoelektrischen Systemen, Schwingungsmessung und -analyse wiedergeben, erklären und anwenden können.</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.</td></tr>
<tr><td>10</td><td>Gewichtung für Gesamtnote:
Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).</td></tr>
<tr><td>11</td><td>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:
Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau</td></tr>
<tr><td>12</td><td>Modulbeauftragte/r:
Dr. Ing. Tobias Hemsel, Prof. Dr.-Ing. habil. Walter Sextro</td></tr>
<tr><td>13</td><td>Sonstige Hinweise:
Hinweise der Lehrveranstaltung Piezoelektrische Systeme:
Bitte beachten Sie, dass diese Lehrveranstaltung Teil des Moduls “Piezoelektrische Systeme, Schwingungsmessung und -analyse” ist und die Modulprüfung erst nach Teilnahme an beiden Teilen erfolgen kann.

Hinweise der Lehrveranstaltung Schwingungsmessung und -analyse:
Bitte beachten Sie, dass diese Lehrveranstaltung Teil des Moduls “Piezoelektrische Systeme, Schwingungsmessung und -analyse” ist und die Modulprüfung erst nach Teilnahme an beiden Teilen erfolgen kann.

Remarks of course Piezoelektrische Systeme:
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.

Remarks of course Schwingungsmessung und -analyse:
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.</td></tr>
</table>

3.23 Polymere und metallische Werkstoffe für den Fahrzeugbau

Polymere und metallische Werkstoffe für den Fahrzeugbau						
Polymeric and metallic materials for vehicle construction						
Modulnummer:	**Workload (h):**	**LP:**	**Studiensem.:**	**Turnus:**	**Dauer (in Sem.):**	**Sprache:**
M.104.7238	240	8	1.-3. Semester	Wintersemester	1	de / en

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	**Lehrform**	**Kontaktzeit (h)**	**Selbststudium (h)**	**Status (P/WP)**	**Gruppengröße (TN)**
a)	L.104.23285 Metallische Werkstoffe für den Fahrzeugbau	V2 Ü1, WS	45	75	P	20-60
b)	L.104.42231 Werkstoffmechanik der Kunststoffe	V2 Ü1, WS	45	75	P	20-60

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

keine

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

Empfohlen: Werkstoffkunde der Kunststoffe

Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Metallische Werkstoffe für den Fahrzeugbau:
Grundkenntnisse in Werkstoffkunde

4 **Inhalte:**

Inhalte der Lehrveranstaltung Metallische Werkstoffe für den Fahrzeugbau:
Der Stoff umfasst für die Werkstoffe Stahl, Aluminium, Magnesium und Titan 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
- Entsprechende Bauteileigenschaften

Inhalte der Lehrveranstaltung Werkstoffmechanik der Kunststoffe:

- Grundbegriffe der Werkstoffmechanik
- Linearelastisches Werkstoffverhalten
- Elastoplastisches Werkstoffverhalten
- Mechanische Zustandsgleichung für den plastischen Anteil der Gesamtverformung
- Spezifische Beschreibung bei schwingender Beanspruchung
- Rheologische Modelle

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

Das Modul gliedert sich in 2 Veranstaltungen, von denen sich eine mit metallischen Werkstoffen und eine mit Kunststoffen befasst. Die Studenten erlernen so umfassende Kenntnisse über alle in der Automobil und Luftfahrt in signifikantem Umfang eingesetzten metallischen Werkstoffe, ihre typischen Verarbeitungsprozesse und Bauteileigenschaften. Hierdurch sollen sie in die Lage versetzt werden, für entsprechende Bauteile, unter industriellen Gesichtspunkten wie Stückzahl, Kostenrahmen und Belastungskollektiv die am besten geeigneten Legierungen und Fertigungsprozesse auszuwählen. Gleiches gilt auch für die Kunststoffe. Hier können die Studierenden nach dem Besuch der Veranstaltung das mechanische Werkstoffverhalten von Kunststoffen unter Berücksichtigung der Einsatzbedingungen, des Werkstofftyps und der Werkstoffherstellung beurteilen, um in der Konstruktion eine geeignete Werkstoffauswahl treffen zu können.

6 **Prüfungsleistung:**

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

zu	**Prüfungsform**	**Dauer bzw. Umfang**	**Gewichtung für die Modulnote**
a) - b)	Klausur oder mündliche Prüfung	180 - 240 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.

10 **Gewichtung für Gesamtnote:**

Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).

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

Masterstudiengang Chemieingenieurwesen, Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau

12 **Modulbeauftragte/r:**

Prof. Dr. Mirko Schaper

13	**Sonstige Hinweise:**

3.24 Prozessintensivierung und -simulation

Prozessintensivierung und -simulation						
Chemical engineering processes						
Modulnummer:	**Workload (h):**	**LP:**	**Studiensem.:**	**Turnus:**	**Dauer (in Sem.):**	**Sprache:**
M.104.7329	240	8	1.-3. Semester	Sommersemester	1	de / en

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	**Lehrform**	**Kontaktzeit (h)**	**Selbststudium (h)**	**Status (P/WP)**	**Gruppengröße (TN)**
a)	L.104.31280 Prozessintensivierung in der Verfahrenstechnik	V2 Ü1, SS	45	75	P	20 - 40
b)	L.104.32255 Process modelling and simulation	V1 Ü3, SS	45	75	P	20 - 40

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

keine

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

keine / none

4	**Inhalte:** *Inhalte der Lehrveranstaltung Prozessintensivierung in der Verfahrenstechnik:* 1. Einführung • Prozessintensivierung: Idee und Motivation • Prozessintensivierung: Dimensionen 2. Grundlagen • Gleichgewichte und Reaktionskinetik • Wärme- und Stofftransport • Modellierungsmethoden für die Prozessintensivierung 3. Prozessintensivierung mittels Reaktion • Reaktivdestillation • Reaktivabsorption 4. Trennwandkolonnen 5. Rotierende Maschinen 6. Hybride Trennverfahren 7. Mikroverfahrenstechnik 8. Rechnergestützte Übung (Aspen Custom Modeler, Aspen Plus) *Inhalte der Lehrveranstaltung Process modelling and simulation:* 1. Grundlagen der modernen Modellierungsmethoden 2. Fluide Prozesse (AspenTech Aspen Plus) • Einleitung in die Software Aspen Plus • Auswahl und Anwendung von Stoffdatenmodellen • Simulation von typischen Problemen aus der Verfahrenstechnik • Kolonnendesign • Wärmeübertragung • Reaktionen 3. Feststoffprozesse (AspenTech, Aspen Plus, Parsival, DysssolTec) • Besonderheit von Feststoffprozessen • Beschreibung verteilter Größen • Exemplarische Simulation von komplexen Feststoffprozessen • Modellierung und Simulation mittels Populationsbilanzen

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

Process modelling and simulation: Im industriellen Alltag von Chemieingenieuren werden für ein optimales Anlagen-, Apparate- und Prozessdesign oftmals unterstützend verfahrenstechnische Softwaretools verwendet. Anhand zwei weit verbreiteter und repräsentativer Modellierungs- und Simulationstools soll ein Überblick in diesem Gebiet vermittelt werden. Die Studierenden entwickeln dadurch die Fähigkeit, verfahrenstechnische Probleme in unterschiedlichsten Bereichen zu analysieren und mittels verschiedener Softwaretools darstellen zu können. Die Studierenden sollen diese Tools einsetzen können, um Schwachstellen im Prozess zu identifizieren und Verbesserungen vorschlagen und bewerten zu können. Umfangreiche rechnergestützte praktische Anwendungen dienen zur Vertiefung des Verständnisses. Die Studierenden verfügen über detaillierte Kenntnisse, die die Modellierung und die Entwicklung intensivierter Prozesse ermöglichen. Sie beherrschen dabei unterschiedliche und vielseitige Aspekte, um Zusammenhänge komplexer integrierter Verfahren und von Mikrotrennverfahren erfassen zu können. Sie sind weiterhin in der Lage, die erworbenen Kenntnisse und Vorgehensweisen auf die relevanten Gebiete der Verfahrenstechnik anzuwenden und darin formulierte spezifische Problemstellungen erfolgreich und zügig zu lösen.

6 **Prüfungsleistung:**

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

zu	**Prüfungsform**	**Dauer bzw. Umfang**	**Gewichtung für die Modulnote**
a)	mündliche Prüfung	30-45 Minuten	50 %
b)	Gesamtheit der Versuche		50 %; s.u.

Die Veranstaltung Prozessintensivierung in der Verfahrenstechnik wird als mündliche Prüfung mit einem Anteil von 50 % an der Modulabschlussnote geprüft. Die Prüfungsleistung der Veranstaltung Process modelling and simulation setzt sich aus 2 unterschiedlichen Rechnerpraktika (Fluide Prozesse zu 50 %; Feststoffprozesse zu 50 %) mit einem Gesamtanteil von 50 % an der Modulabschlussnote zusammen.
In der Prüfung sollen die Studierenden für exemplarische Problemstellungen die zugrundeliegenden Elementarprozesse erläutern sowie geeignete Verfahren und Apparate auswählen und grundlegend auslegen.

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 bestanden sind.

10 **Gewichtung für Gesamtnote:**

Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).

11	**Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:** Masterstudiengang Chemieingenieurwesen, Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau
12	**Modulbeauftragte/r:** Prof. Dr. Hans-Joachim Schmid
13	**Sonstige Hinweise:**

3.25 Regelungstechnik, Modellbildung und Simulation

Regelungstechnik, Modellbildung und Simulation (MA)

Control, Modelling and Simulation

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiensem.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:
M.104.4230	240	8	2. Semester	Sommersemester	1	de

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.104.52213 Regelungstechnik 2	V2 Ü1, SS	45	75	P	20 - 40
b)	L.104.52220 Modellbildung und Simulation dynamischer Systeme	V2 Ü1, SS	45	75	P	20 - 40

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

keine

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

Empfohlen: Kenntnisse, wie sie in den Vorlesungen in Grundlagen der Mechatronik und Systemtechnik, Regelungstechnik, Matlab/Simulink in der Mechatronik, Maschinen- und Systemdynamik vermittelt werden.

Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Modellbildung und Simulation dynamischer Systeme:
Empfohlene Vorkenntnisse:

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

Prerequisites of course Modellbildung und Simulation dynamischer Systeme:
Recommended prior knowledge:

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

4	**Inhalte:** *Inhalte der Lehrveranstaltung Regelungstechnik 2:* • 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 *Inhalte der Lehrveranstaltung Modellbildung und Simulation dynamischer Systeme:* • Übersicht über Modellierungswerkzeuge • DGL-Formalismen für die Dynamik mechanischer Systeme • Multiphysikalische Modellierungsparadigmen: – Signalflussorientierte Modellierung – Lagrange für die Multidomänenanwendung – Mehrpol-Systeme: Verallg. Kirchhofsche Netzwerke – Bondgraphen • Modellkausalität • Bestimmung von Modellparametern (Parameteridentifikation) • Nichtlineare Simulation *Contents of the course Modellbildung und Simulation dynamischer Systeme:* 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 – multipolar systems: general Kirchhoff's circuit laws – bondgraphs • model causality • identification of model parameters • nonlinear simulation

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. 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.
6	**Prüfungsleistung:** ☒Modulabschlussprüfung (MAP) □Modulprüfung (MP) □Modulteilprüfungen (MTP) zu: a) - b) — **Prüfungsform:** Klausur oder mündliche Prüfung — **Dauer bzw. Umfang:** 180 - 240 Minuten oder 45 - 60 Minuten — **Gewichtung für die Modulnote:** 100% In der Prüfung sollen die Studierenden für exemplarische Problemstellungen geeignete Verfahren zur Modellierung und Analyse sowie zur Reglersynthese erläutern, gezielt anwenden und die Ergebnisse beurteilen.
7	**Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:** keine / none
8	**Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:** keine
9	**Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten:** Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.
10	**Gewichtung für Gesamtnote:** Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).
11	**Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:** Masterstudiengang Maschinenbau
12	**Modulbeauftragte/r:** Prof. Dr. Ansgar Trächtler
13	**Sonstige Hinweise:** Dieses Bachelormodul kann im Master Chemieingenieurwesen als Technisches Modul und im Master Maschinenbau als Vertiefungsrichtungsspezifisches Modul ausschließlich in der Vertiefungsrichtung Ingenieurinformatik gewählt werden.

3.26 Spezialanwendungen der Kunststofftechnik

Spezialanwendungen der Kunststofftechnik						
Special applications in polymer processing						
Modulnummer:	**Workload (h):**	**LP:**	**Studiensem.:**	**Turnus:**	**Dauer (in Sem.):**	**Sprache:**
M.104.7324	240	8	1.-3. Semester	Sommersemester	1	de

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	**Lehrform**	**Kontaktzeit (h)**	**Selbststudium (h)**	**Status (P/WP)**	**Gruppengröße (TN)**
a)	L.104.42240 Faserverbundmaterialien	V2 Ü1, SS	45	75	P	20-40
b)	L.104.41240 Kautschukverarbeitung	V2 Ü1, SS	45	75	P	20-40

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

keine

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

Empfohlen: Grundlagen der Verfahrenstechnik und der Kunststoffverarbeitung, Werkstoffkunde der Kunststoffe

Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Kautschukverarbeitung:
Empfohlen: Grundlagen der Verfahrenstechnik und der Kunststoffverarbeitung

4 **Inhalte:**

Inhalte der Lehrveranstaltung Faserverbundmaterialien:

- Verstärkungsfasern
- Textile Halbzeuge
- Kunststoffe als Matrices
- Eigenschaften von faserverstärkten Kunststoffen (Faser und Matrix im Verbund)
- Herstell- und Verarbeitungsverfahren

Inhalte der Lehrveranstaltung Kautschukverarbeitung:

- Rohstoffe der Kautschukindustrie
- Charakterisierung verarbeitungsrelevanter Stoffeigenschaften
- Mischen
- Verfahrenstechnische Analyse des Mischprozesses im Innenmischer
- Extrudieren von Kautschukmischungen
- Verfahrenstechnische Analyse der Kautschukextrusion
- Formteilherstellung
- Prüfen von Kautschukmischungen / Elastomeren

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

Die Studierenden besitzen die Expertise, um die wesentlichen Aspekte der Eigenschaften, Auslegung und Verarbeitung von faserverstärkten Kunststoffen zu verstehen. Die Studierenden sollen einerseits Verständnis für das spezielle anisotrope Werkstoffverhalten entwickeln und die notwendigen Voraussetzungen für die Herstellung eines optimalen Faserverbundes kennenlernen. Des Weiteren kennen sie die wesentlichen verfahrenstechnischen Grundlagen bei der Kautschukverarbeitung. Sie besitzen Kenntnisse über die unterschiedlichen zum Einsatz kommenden Rohstoffe und die Mischungsaufbereitung sowie Prozesse zur Halbzeug- und Formteilherstellung aus Kautschuk.

6 **Prüfungsleistung:**

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

zu	**Prüfungsform**	**Dauer bzw. Umfang**	**Gewichtung für die Modulnote**
a) - b)	Klausur oder mündliche Prüfung	180-240 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.

10 **Gewichtung für Gesamtnote:**

Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).

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

Masterstudiengang Chemieingenieurwesen, Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau

12 **Modulbeauftragte/r:**

Prof. Dr.-Ing. Elmar Moritzer

13	**Sonstige Hinweise:**

3.27 Toleranzmanagement

Toleranzmanagement						
Tolerance management						
Modulnummer:	**Workload (h):**	**LP:**	**Studiensem.:**	**Turnus:**	**Dauer (in Sem.):**	**Sprache:**
M.104.7328	240	8	2.-3. Semester	Sommer- / Wintersemester	2	de

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	**Lehrform**	**Kontaktzeit (h)**	**Selbststudium (h)**	**Status (P/WP)**	**Gruppengröße (TN)**
a)	L.104.14222 Grundlagen der Tolerierung	V2 Ü1, SS	45	75	P	30-60
b)	L.104.14225 Tolerierungsstrategien	V2 Ü1, WS	45	75	P	30-60

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

keine

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

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

Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Grundlagen der Tolerierung:
Empfohlen: Technische Darstellung, Grundkenntnisse in Maschinenelemente, Bauteilberechnung und -gestaltung

Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Tolerierungsstrategien:
Voraussetzung: Grundlagen der Tolerierung Empfohlen: Technische Darstellung, Grundkenntnisse in Maschinenelemente, Bauteilberechnung und -gestaltung

Prerequisites of course Grundlagen der Tolerierung:
Recommended: Technical presentation, basic knowledge of machine elements, component calculation and design.

Prerequisites of course Tolerierungsstrategien:
Prerequisite: Fundamentals of tolerancing Recommended: Technical representation, basic knowledge of machine elements, component calculation and design.

4	**Inhalte:** *Inhalte der Lehrveranstaltung Grundlagen der Tolerierung:* • Grundlagen der GPS / elementare Grundsätze der Zeichnungseintragung • Grundlagen des Maß-, Form- und Lagetoleranzen • Toleranzarten und Bezüge • Allgemeintoleranzen • Oberflächenangaben • Praxisbeispiele *Inhalte der Lehrveranstaltung Tolerierungsstrategien:* • Praktische Vorgehensweisen und Leitregeln zur Anwendung von Toleranzen • Toleranzverknüpfungen / statistische Tolerierung • Mess- und fertigungstechnische Anwendung der Toleranzeintragung • Toleranzgerechte Produktgestaltung *Contents of the course Grundlagen der Tolerierung:* • Fundamentals of GPS / elementary principles in technical drawnings • Fundamentals in dimensional, shape and positional tolerances • Tolerance types and references • General tolerances • surface specifications • Practical examples *Contents of the course Tolerierungsstrategien:* • Practical procedures and guiding rules for the application of tolerances • Tolerance linkages / statistical tolerancing • Measurement and production engineering application of tolerance entry • Tolerance-compatible product design
5	**Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:** Ziel der Veranstaltung ist es, die Grundlagen der Geometrischen Produktspezifikation und Verifikation (GPS) und insbesondere der damit verbundene Maß-, Form- und Lagetolerierung zu vermitteln, die als Basiswissen für die Zusammenarbeit zwischen Entwicklung, Fertigung und Qualitätswesen sowie für eine Zertifizierung nach ISO 9000 ff. notwendig ist. Die Grundlagen der GPS, die die Normen für die Werkstückbeschreibung zusammenfasst, beinhalten vor allem die Anwendung von Maß-, Form- und Lagetolerierung mit den Tolerierungsgrundsätzen, den Toleranzarten sowie die Allgemeintoleranzen für Maß-, Form- und Lageabweichungen. Toleranzverknüpfungen in Maßketten werden im Rahmen der erweiterten Tolerierungsstrategien behandelt. Hierbei liegt der Fokus auf den statistischen Auswirkungen, der Maximum- und Minimum-Material-Bedingung sowie der mess- und fertigungstechnische Anwendung. Unterstützt wird die Thematik des Toleranzmanagements durch Beispiele, Leitregeln und Hinweisen zu den methodischen Vorgehensweisen. Ein enger Praxisbezug wird durch fertigungs- und messtechnische Praktika gewonnen.

The aim of the course is to convey the basics of Geometric Product Specification and Verification (GPS) and in particular the associated dimensional, form and positional tolerancing, which is necessary as basic knowledge for cooperation between development, production and quality assurance as well as for certification according to ISO 9000 ff. The basics of GPS, which summarises the standards for workpiece description, include above all the application of dimensional, form and positional tolerancing with the tolerance principles, the tolerance types as well as the general tolerances for dimensional, form and positional deviations. Tolerance links in dimensional chains are dealt with in the context of the extended tolerance strategies. Here the focus is on the statistical effects, the maximum and minimum material condition as well as the metrological and manufacturing application. The topic of tolerance management is supported by examples, guiding rules and notes on methodical procedures. A close practical reference is gained through practical courses in manufacturing and measurement technology.

6 **Prüfungsleistung:**

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

zu	**Prüfungsform**	**Dauer bzw. Umfang**	**Gewichtung für die Modulnote**
a) - b)	Klausur oder mündliche Prüfung	180 - 240 Minuten oder 45 - 60 Minuten	100%

In der Prüfung sollen die Studierenden bzgl. • der Grundlagen der Tolerierung die wesentlichen Grundlagen und praktischen Zusammenhänge von Maß-, Form und Lagetoleranzen wiedergeben, erklären und anwenden können
• der Tolerierungsstrategien die gelernten Vorgehensweisen sowie die Toleranzverknüpfungen unter Beachtung der mess- und fertigungstechnischen Betrachtungen wiedergeben, erklären und anwenden können.

7 **Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:**

zu	**Form**	**Dauer bzw. Umfang**	**SL / QT**
a)			
b)	schriftliche Ausarbeitung	5-10 Seiten	SL

Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Studienleistung bzw. qualifizierte Teilnahme konkret zu erbringen ist.

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

Voraussetzung für die Teilnahme an der Modulprüfung ist die Ausarbeitung von Praktika und praxisbezogenen Aufgaben. Der Nachweis der Ausarbeitungen wird erteilt, wenn 3 von 4 der Aufgaben bestanden wurden.

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

Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.

10 **Gewichtung für Gesamtnote:**

Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).

11	**Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:** Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau
12	**Modulbeauftragte/r:** Dr.-Ing. Vera Denzer
13	**Sonstige Hinweise:** Die Hausarbeit zu den Tolerierungsstrategien wird im Wintersemester mit Seminarangebot und im Sommersemester ohne Seminarangebot durchgeführt. The term paper on tolerance strategies is carried out in the winter semester with a seminar offer and in the summer semester without a seminar offer.

3.28 Werkstoffentwicklung

Werkstoffentwicklung

Material development

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiensem.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:
M.104.7330	240	8	1.-3. Semester	Wintersemester	1	en

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.104.23270 Modern Steels and Steelmaking	V2 Ü1, WS	45	75	P	20-40
b)	L.104.23240 Experimental Methods	V2 Ü2, WS	60	90	P	20-40

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

keine

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

Empfohlen: Werkstoffkunde, Aufbau technischer Werkstoffe

Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Modern Steels and Steelmaking:
Empfohlen werden die Vorlesungen “Werkstoffkunde 1”, “Werkstoffkunde 2” und “Aufbau technischer Werkstoffe”

4 **Inhalte:**

Inhalte der Lehrveranstaltung Modern Steels and Steelmaking:
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:**

Dieses Modul vermittelt Wissen, das die Studierenden später im Bereich der Werkstoffforschung und –entwicklung einsetzen können. Sie sollen zum einen am Beispiel des Werkstoffes Stahl die Möglichkeiten der Legierungsentwicklung lernen und zum anderen alle Experimentellen Methoden kennen lernen, die zur Charakterisierung neu entwickelter Werkstoffe eingesetzt werden und daher in der Werkstoffforschung unabdingbar sind.

Modern Steels and Steelmaking: 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.

Experimentelle Methoden der Werkstoffkunde: 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 im Bereich der Werkstoff(weiter)entwicklung einsetzen können. Der theoretische Teil der Veranstaltung wird durch Demonstrationen an den Geräten vertieft. Ziel der Vorlesung ist es letztlich, den Studierenden zu ermöglichen, die für konkrete werkstoffkundliche Fragestellungen optimale Untersuchungsmethode zu erkennen und deren Ergebnisse interpretieren zu können.

6 **Prüfungsleistung:**

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

zu	**Prüfungsform**	**Dauer bzw. Umfang**	**Gewichtung für die Modulnote**
a) - b)	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 bestanden ist.

10 **Gewichtung für Gesamtnote:**

Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).

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

Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau

12 **Modulbeauftragte/r:**

Prof. Dr. Mirko Schaper

13 **Sonstige Hinweise:**

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.

4.1 Biomechanik

Biomechanik

Biomechanics

Modulnummer:	**Workload (h):**	**LP:**	**Studiensem.:**	**Turnus:**	**Dauer (in Sem.):**	**Sprache:**
M.104.7700	240	8	1.-3. Semester	Wintersemester	1	de

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	**Lehrform**	**Kontaktzeit (h)**	**Selbststudium (h)**	**Status (P/WP)**	**Gruppengröße (TN)**
a)	L.104.13260 Biomechanik des menschlichen Bewegungsapparats	V2 Ü1, WS	45	75	P	30-60
b)	L.104.13263 Biomechanik in der Technischen Orthopädie	V2 Ü1, WS	45	75	P	30-60

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

keine

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

Empfohlen: Grundkenntnisse in Technischer Mechanik

4 **Inhalte:**

Das Modul Biomechanik beinhaltet die Themengebiete “Biomechanik des menschlichen Bewegungsapparats” und “Biomechanik in der Technischen Orthopädie”.

	Inhalte der Lehrveranstaltung Biomechanik des menschlichen Bewegungsapparats: Die Vorlesung Biomechanik des menschlichen Bewegunsgapparats befasst sich insbesondere mit folgenden Punkten: • Kinematik und Kinetik starrer Körper zur Beschreibung von Bewegungsvorgängen • Statik und Kinematik des menschlichen Bewegungsapparats • Mechanische Eigenschaften des passiven Bewegungsapparats, insbesondere der Knochen und Bänder • Zusammenhang zwischen Gestalt bzw. Aufbau und mechanischer Funktion des Bewegungsapparats • Darstellung der Möglichkeiten der Biomechanik zur Gestaltung und Optimierung von Heilungshilfen *Inhalte der Lehrveranstaltung Biomechanik in der Technischen Orthopädie:* 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 Versorgung • 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)
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 Probleme anwenden. Sie sind dazu befähigt grundlegende Kenntnisse zur Kinetik und Beanspruchung des menschlichen Bewegungsapparats darzustellen und können diese auf biomechanische Probleme transferieren. Die Studierenden verstehen den Zusammenhang zwischen Gestalt und Aufbau des Bewegungsapparats und der mechanischen Funktion und sind in der Lage diesen Zusammenhang zu interpretieren und auf die Anforderungen an die Gestaltung und Optimierung von Heilungshilfen anzuwenden. Darüber hinaus können sie aus den verschiedenen Möglichkeiten der rechnergestützten Produktoptimierung geeignete Methoden zur Problemlösung z.B. durch den Einsatz der Additiven Fertigung für medizinische Produkte ermitteln und praktisch anwenden. Mit den Inhalten der Lehrveranstaltung „Biomechanik in der Technischen Orthopädie" sind die Studierenden in der Lage. . . . . . die Versorgungsprinzipien der Technischen Orthopädie in Bezug zur Anatomie, Physiologie und Pathophysiologie auf verschiedene Erkrankungen des Bewegungsapparates des Menschen anzuwenden. Darüber hinaus können die Studierenden mechanische Prinzipien auf die Physiologie und Pathologie des Bewegungsapparates des Menschen anwenden und diese Kenntnisse auf die technisch-orthopädische Versorgung transferieren. Mit der Kenntnis einer entsprechenden Diagnostik für spezielle Erkrankungen des Bewegungsapparates, können sie Messverfahren, Werkstoffe und Fertigungsverfahren auswählen, um technisch orthopädische Hilfsmittel zu bewerten oder zu entwickeln.

<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>Klausur oder mündliche Prüfung</td><td>180-240 Minuten oder 45-60 Minuten</td><td>100%</td></tr>
</table>
In der Prüfung sollen die Studierenden die wesentlichen Grundlagen der Biomechanik des menschlichen Bewegungsapparats sowie der Technischen Orthopädie wiedergeben, erklären und anwenden können.</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.</td></tr>
<tr><td>10</td><td>Gewichtung für Gesamtnote:
Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).</td></tr>
<tr><td>11</td><td>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:
Masterstudiengang Chemieingenieurwesen, Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau</td></tr>
<tr><td>12</td><td>Modulbeauftragte/r:
Prof. Dr.-Ing. Gunter Kullmer</td></tr>
<tr><td>13</td><td>Sonstige Hinweise:
Literaturempfehlungen:

• Baumgartner, R.; Möller, M.; Stinus, H.: Orthopädieschuhtechnik, 3 Auflage. C. Maurer, Geislingen, 2018
• Debrunner, J., Jacob, H.A.C.: Biomechanik des Fußes, 2. Auflage. Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart, 1998.
• Hochlenert, D.; Engels, G.; Morbach, S.: Das diabetische Fußsyndrom - Über die Entität zur Therapie. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2014.
• Kummer, B.: Biomechanik. Form und Funktion des Bewegungsapparates. Deutscher Ärzte-Verlag, Köln, 2005.
• Richard, H. A., Kullmer, G.: Biomechanik. Grundlagen und Anwendungen auf den menschlichen Bewegungsapparat, 2. Auflage. Springer Vieweg, Wiesbaden, 2019.

</td></tr>
</table>

4.2 Energietechnik und Numerik

Energietechnik und Numerik

Energy technology and numerical methods

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiensem.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:
M.104.7702	240	8	1.-3. Semester	Sommersemester	1	de

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.104.33225 Kraft- und Arbeitsmaschinen	V2 Ü1, SS	45	75	P	20-40
b)	L.105.94400 Mathematik 4 (Numerische Methoden)	V2 Ü1, SS	45	75	P	60

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

keine

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

Empfohlen: Thermodynamik 1, Grundlagen der Mathematik

Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Kraft- und Arbeitsmaschinen:
Thermodynamik 1

4	**Inhalte:** *Inhalte der Lehrveranstaltung Kraft- und Arbeitsmaschinen:* • 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, Isentrope und Polytrope Wirkungsgrade • Kraftwerksprozesse • Dampfkraftprozess & dessen Optimierung, Kombikraftwerk, Kraftwerksprozesse der Zukunft *Inhalte der Lehrveranstaltung Mathematik 4 (Numerische Methoden):* Numerische Methoden, wie z.B. • Direkte und iterative Lösungsverfahren für lineare Gleichungssysteme • Iteratives Lösen nichtlinearer Gleichungssysteme • Verfahren für Eigenwert- und Eigenvektorberechnung • Polynominterpolation und numerische Quadratur • Integrationsverfahren für gewöhnliche Differentialgleichungen (Anfangswertprobleme) • Numerische Lösung partieller Differentialgleichungen, Grundlagen der Methode der finiten Differenzen bzw. finiten Elemente
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. Für die Modellierung und Simulation der Maschinen kennen die Studierenden die wichtigsten Verfahren zur numerischen Berechnung und können diese auf einfache physikalische / verfahrenstechnische Probleme anwenden. Sie sind in der Lage, die Genauigkeit und Signifikanz der numerischen Berechnungen einzuschätzen und kritisch zu hinterfragen.

<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 30 - 45 Minuten</td><td>50 %</td></tr>
<tr><td>b)</td><td>Klausur</td><td>60-120 Minuten</td><td>50 %</td></tr>
</table>
In der Prüfung sollen die Studierenden für exemplarische Problemstellungen Verfahren und Apparate auswählen und auslegen. Die Studierenden stellen für ein gegebenes Problem ein adäquates numerisches Verfahren auf.</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 bestanden sind.</td></tr>
<tr><td>10</td><td>Gewichtung für Gesamtnote:
Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).</td></tr>
<tr><td>11</td><td>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:
keine</td></tr>
<tr><td>12</td><td>Modulbeauftragte/r:
Prof. Dr. Tina Kasper</td></tr>
<tr><td>13</td><td>Sonstige Hinweise:</td></tr>
</table>

4.3 Informationsmanagement für Public Safety and Security

Informationsmanagement für Public Safety & Security						
Information management for public safety and security						
Modulnummer:	**Workload (h):**	**LP:**	**Studiensem.:**	**Turnus:**	**Dauer (in Sem.):**	**Sprache:**
M.104.7704	240	8	1.-3. Semester	Sommersemester	1	de

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	**Lehrform**	**Kontaktzeit (h)**	**Selbststudium (h)**	**Status (P/WP)**	**Gruppengröße (TN)**
a)	L.104.11260 Informationsmanagement für Public Safety & Security (PSS)	V2 Ü1, SS	45	75	P	20-40
b)	L.104.11265 Gefahrenabwehr und Havariemanagement (GuH)	V2 Ü1, SS	45	75	P	20-40

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

keine

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

keine

4 **Inhalte:**

Inhalte der Lehrveranstaltung Informationsmanagement für Public Safety & Security (PSS):

- 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

Inhalte der Lehrveranstaltung Gefahrenabwehr und Havariemanagement (GuH):

- 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

Contents of the course Informationsmanagement für Public Safety & Security (PSS):

- 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

Contents of the course Gefahrenabwehr und Havariemanagement (GuH):

- 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:**

Das Modul bietet den Studierenden aus unterschiedlicher Perspektive Einblicke in die Domäne der zivilen Gefahrenabwehr und zeigt den Bedarf der interdisziplinären Arbeit innerhalb einer Organisation. Die Kompetenzen in den Bereichen technisches Verständnis, analytisches Denken, Planung und Teamfähigkeit beinhalten für angehende Ingenieure eine wertvolle Zusatzqualifikation.

Die Studierenden können Grundlagenwissen des Informationsmanagements und Wissen mit Praxisbezug aus dem Bereich der „zivilen Sicherheit“ anwenden. Dabei lernen die Studierenden einzelne Aufgabenfelder und Führungsstrukturen innerhalb der Behörden und Organisation mit Sicherheitsaufgaben kennen. Das Anwenden von Kommunikationstechniken als wichtiges Management-Werkzeug gilt als weiteres Lernziel.

Auf dem Grundlagenwissen aufbauend werden weitere Aspekte der Führung als Management-Aufgabe eingeführt und spezifische Aspekte an Fallbeispielen konkretisiert. Insbesondere der Bereich der “Human factors” stellt dabei eine fachbereichsübergreifende Thematik dar. “Kritische Infrastrukturen” beziehen Betroffene in potentiellen oder akuten Gefahrenlagen ein, die öffentlich oder wirtschaftlich getragen werden und für die besondere Anforderungen in allen Bereichen der Sicherheit gestellt werden. Damit sprechen die Veranstaltungen insbesondere Themen für die Sicherheitsabteilung großer Unternehmen an.

Praktische Beispiele und Exkursionen im Verlaufe der gesamten Vorlesung ermöglichen es den Studierenden, systematisch Anforderungen an solche Systeme abzuleiten und auf andere Themenbereiche zu transferieren. Die Studierenden erwerben Grundkenntnisse in Bereichen, die bisher überwiegend in spezialisierten Studiengängen vermittelt wurden und die in Unternehmen im Ingenieurbereich steigende Bedeutung erlangen.

The module offers students insights into the domain of civil hazard prevention from different perspectives and demonstrates the need for interdisciplinary work within an organization. Competencies in the areas of technical understanding, analytical thinking, planning, and teamwork provide valuable additional qualifications for aspiring engineers.

Students can apply basic knowledge of information management and practical knowledge from the field of “civil security.” In doing so, they learn about individual task areas and leadership structures within authorities and organizations with security responsibilities. The application of communication techniques as an important management tool is another learning objective.

Building on the foundational knowledge, further aspects of leadership as a management task are introduced and specific aspects are concretized through case studies. In particular, the area of “human factors” represents an interdisciplinary topic. “Critical infrastructures” involve those affected in potential or acute hazardous situations, which are publicly or economically supported and for which special requirements are placed in all areas of security. Thus, the events particularly address topics for the security department of large companies.

Practical examples and excursions throughout the lecture series enable students to systematically derive requirements for such systems and transfer them to other areas. Students acquire basic knowledge in areas that have so far been primarily taught in specialized study programs and that are gaining increasing importance in engineering companies.

6 **Prüfungsleistung:**

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

zu	**Prüfungsform**	**Dauer bzw. Umfang**	**Gewichtung für die Modulnote**
a) - b)	mündliche Prüfung	60-90 MInuten	100%

In der Prüfung sollen die Studierenden für exemplarische Problemstellungen die zugrundeliegenden Elementarprozesse erläutern sowie geeignete Verfahren und Apparate auswählen und grundlegend auslegen.

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.

10 **Gewichtung für Gesamtnote:**

Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).

11	**Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:** Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau
12	**Modulbeauftragte/r:** Prof. Dr. Iryna Mozgova
13	**Sonstige Hinweise:** *Hinweise der Lehrveranstaltung Gefahrenabwehr und Havariemanagement (GuH):* Die Vorlesung wird durch eine Exkursion zu einer Feuerwehr ergänzt, um den Studierenden einen Einblick in die praktischen Gegebenheiten der zivilen Gefahrenabwehr zu vermitteln.

4.4 Modellierung von Energiesystemen

Modellierung von Energiesystemen

Modelling of Energy Systems

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiensem.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:
M.048.55204	240	8	6.	Wintersemester	1	de

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.048.22019 Modellierung von Energiesystemen	2V 2Ü, WS	60	120	P	40/40
b)	L.048.55204 Modellierung von thermischen Energiesystemen	1V 1Ü, WS	30	30	P	50

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

Keine

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

Keine

Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Modellierung von Energiesystemen:
Keine

Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Modellierung von thermischen Energiesystemen:
Keine

None

Prerequisites of course Modellierung von Energiesystemen:
None

Prerequisites of course Modellierung von thermischen 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. *Inhalte der Lehrveranstaltung Modellierung von thermischen Energiesystemen:* In dieser Lehrveranstaltung werden Methoden für die Modellierung thermischer Energiesysteme gelehrt. Ausgehend von der Energiebilanzierung werden verschiedene Ansätze für die Modellierung thermischer Speichermassen gelehrt. Ergänzt wird dies durch die Modellierung thermischer Erzeugungsanlagen und der Integration solcher thermischen Energiesysteme in integrierte Energiesysteme mittels Sektorenkopplung. *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. *Contents of the course Modellierung von thermischen Energiesystemen:* This course teaches methods for modelling thermal energy systems. Starting from energy balancing, different approaches for modelling thermal storage masses are taught. This is supplemented by the modelling of thermal generation plants and the integration of such thermal energy systems into integrated energy systems by means of sector coupling.
5	**Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:** **Fachkompetenz:** 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. **Fachübergreifende Kompetenzen:** Fachübergreifend lernen die Studierenden die Bedeutung von Modellen und Simulationen für die Bewertung von komplexen Zusammenhängen. Das konkrete Feld der Energiesystemtechnik ist an sich bereits stark interdisziplinär und fördert fachübergreifende Kompetenzen. Die Studierenden werden darüber hinaus im Umgang mit Programmiersprachen geschult, die nicht nur für die Modellierung von Energiesystemen bedeutend sind. **Domain competence:**

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.

Key qualifications:

The students learn the importance of models and simulations for the evaluation of complex interrelationships. The concrete field of energy system technology is already strongly interdisciplinary and promotes interdisciplinary competences. The students are also trained in the use of programming languages, which are not only important for the modelling of energy systems.

6 **Prüfungsleistung:**

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

zu	**Prüfungsform**	**Dauer bzw. Umfang**	**Gewichtung für die Modulnote**
a) - b)	Klausur oder mündliche Prüfung	120-180 min oder 30-45 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, Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau

12 **Modulbeauftragte/r:**

Prof. Dr. Henning Meschede

13 **Sonstige Hinweise:**

4.5 Nachhaltige Energiesysteme

Nachhaltige Energiesysteme						
Sustainable Energy Technologies						
Modulnummer:	**Workload (h):**	**LP:**	**Studiensem.:**	**Turnus:**	**Dauer (in Sem.):**	**Sprache:**
M.048.55202	240	8	1.-3. Semester	Sommersemester	1	de

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	**Lehrform**	**Kontaktzeit (h)**	**Selbststudium (h)**	**Status (P/WP)**	**Gruppengröße (TN)**
a)	L.048.22018 Energiesystemtechnik	2V 2Ü, SS	60	120	P	40/40
b)	L.048.55202 Transformationsszenarien von Energiesystemen	2S, SS	30	30	WP	50

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

Keine

None

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

Keine

Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Energiesystemtechnik:
Keine

Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Transformationsszenarien von Energiesystemen:
Keine

None

Prerequisites of course Energiesystemtechnik:
None

Prerequisites of course Transformationsszenarien von Energiesystemen:
None

4	**Inhalte:** *Inhalte der Lehrveranstaltung Energiesystemtechnik:* 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. *Inhalte der Lehrveranstaltung Transformationsszenarien von Energiesystemen:* In dieser Veranstaltung werden Aspekte unterschiedlicher Energiewendeszenarien analysiert. Studierende werden angeleitet, aktuelle Studien zu regionalen, nationalen und internationalen Energiewendeszenarien kritisch zu lesen und wesentliche Kernelemente einzelner Themen (u.a. Rolle der Industrie, Mobilitätswende, Wärmewende, Wasserstoffwirtschaft) herauszustellen. Die Studierenden identifizieren relevante Aspekte und verstehen deren Modellierung und Bewertung. Darauf aufbauend werden Unterschiede und Gemeinsamkeiten erarbeiten. Abschließend stellen die Studierende ihr Thema im Rahmen eines Referats den weiteren Seminarteilnehmern vor. *Contents of the course Energiesystemtechnik:* The field of 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. *Contents of the course Transformationsszenarien von Energiesystemen:* In this course, aspects of different energy transition scenarios are analysed. Students are guided to critically read current studies on regional, national and international energy transition scenarios and to highlight essential core elements of individual topics (e.g. role of industry, mobility transition, heat transition, hydrogen economy). The students identify relevant aspects and understand their modelling and evaluation. Based on this, differences and similarities are worked out. Finally, the students present their topic to the other seminar participants within the framework of a presentation.
5	**Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:** Die Veranstaltung vermittelt die technischen Hintergründe von integrierten, nachhaltigen Energiesystemen. Studierende kennen den Aufbau und die Funktionen einzelner Energiesysteme (Stromnetz, Gasnetz, Wärmenetze, Mobilität, etc.) sowie darauf aufbauend Prinzipien der Sektorenkopplung. Zudem sind die Teilnehmenden in der Lage, Energiesysteme mit Methoden der ökonomischen und ökologischen Bilanzierung zu bewerten. Neben den fachlichen Inhalten steht in dieser Veranstaltung besonders die Anregung zur kritischen Auseinandersetzung mit wissenschaftlichen Texten und Studien im Vordergrund. Die Veranstaltung setzt die aktive Mitarbeit von Studierenden voraus.

	The course provides the technical background of integrated, sustainable energy systems. Students know the structure and functions of individual energy systems (electricity grid, gas grid, heating grids, mobility, etc.) as well as the principles of sector coupling. Furthermore, the participants are able to evaluate energy systems with methods of economic and ecological balancing. In addition to the technical content, the focus of this course is on encouraging critical discussion of scientific texts and studies. The course requires the active participation of students.
6	**Prüfungsleistung:** ☒Modulabschlussprüfung (MAP) □Modulprüfung (MP) □Modulteilprüfungen (MTP)

zu	**Prüfungsform**	**Dauer bzw. Umfang**	**Gewichtung für die Modulnote**
a) - b)	Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat	120-180 min oder 30-45 min oder 30 min	100%

Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Prüfungsleistung konkret zu erbringen ist.

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, Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau
12	**Modulbeauftragte/r:** Prof. Dr. Henning Meschede
13	**Sonstige Hinweise:** **Modulseite** PANDA / `https://ei.uni-paderborn.de/est/lehre` **Methodische Umsetzung** Vorlesung mit Übung (teilweise mit Simulationen am Rechner) / Seminar **Lernmaterialien, Literaturangaben** Foliensatz und Handouts, weiterführende Literatur wird in der Vorlesung genannt

	Module Homepage PANDA / `https://ei.uni-paderborn.de/en/est/course-offerings` `http://sst.upb.de/teaching` **Implementation** Lectures and exercises (including some computer simulations) / Seminar **Teaching Material, Literature** Handouts and tutorial questions; literature references will be given in the lecture

4.6 Projektlabor Digitale Fabrik

Projektlabor Digitale Fabrik						
Digital factory						
Modulnummer:	**Workload (h):**	**LP:**	**Studiensem.:**	**Turnus:**	**Dauer (in Sem.):**	**Sprache:**
M.104.7706	240	8	1.-3. Sem.	Wintersemester	1	de

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.104.51961 Projektlabor Digitale Fabrik A	S3, WS	60	60	P	10-20
b)	L.104.51962 Projektlabor Digitale Fabrik B	S3, WS	60	60	P	10-20

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

keine

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

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

Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Projektlabor Digitale Fabrik A:
Empfohlen wird das Modul “Digitale und Virtuelle Produktentstehung”, insbesondere Teil 2.

Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Projektlabor Digitale Fabrik B:
Empfohlen wird das Modul “Digitale und Virtuelle Produktentstehung”, insbesondere Teil 2.

Prerequisites of course Projektlabor Digitale Fabrik A:
Recommended: Module “Digital and Virtual Product Creation”, esp. part 2.

Prerequisites of course Projektlabor Digitale Fabrik B:
Recommended: Module “Digital and Virtual Product Creation”, esp. part 2.

4 **Inhalte:**

Die Gestalt, die Struktur und das Verhalten von Produkten werden in der Produktentwicklung in Form digitaler Modelle spezifiziert. Diese Daten sollen sowohl in der Simulation als auch in der Programmierung und Konfiguration von Fertigungsanlagen genutzt werden. Ein wesentliches Merkmal innovativer Produktionssysteme ist die durchgängige Digitalisierung. 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. Eigenschaften der Produktion können simuliert werden, um in der Entwicklung oder im Betrieb Prozessverbesserungen zu planen und umzusetzen. Grundlagen der Informationstechnik werden hier direkt auf maschinenbauliche Herausforderungen angewendet.

Inhalte der Lehrveranstaltung Projektlabor Digitale Fabrik A:

- A-1. Anforderungserhebung
- A-2. Anforderungs- und Situationsanalyse
- A-3. Erarbeitung von Grobkonzepten für Lösungsalternativen
- A-4. Präsentation der Resultate

Inhalte der Lehrveranstaltung Projektlabor Digitale Fabrik B:

- B-1. Aufbau von Simulationsmodellen
- B-2. Technische und wirtschaftliche Bewertung der Lösungsalternativen
- B-3. Ausarbeitung ausgewählter Lösungsalternativen
- B-4. Präsentation der Resultate

The shape, structure and behaviour of products are specified in product development in the form of digital models. These are to be used both in simulation and in the programming and configuration of production assets. An essential feature of innovative production systems is comprehensive digitalization. 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. Production characteristics can be simulated to plan and implement process improvements in development or operation. The basics of information technology are applied directly to mechanical engineering challenges.

Contents of the course Projektlabor Digitale Fabrik A:

- A-1. Requirements elicitation
- A-2. Requirements and situation analysis
- A-3. Development of concepts for solution alternatives
- A-4. Presentation of results

Contents of the course Projektlabor Digitale Fabrik B:

- B-1. Construction of simulation models
- B-2. Technical and economic evaluation of solution alternatives
- B-3. Development of selected solution variants
- B-4. Presentation of results

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

Mit dem Modul „Projektlabor Digitale Fabrik“ erlangen die Studierenden die Fähigkeit, Werkzeuge der digitalen Fabrik zu beschreiben und mit konkreten Beispielen zu erläutern. Sie wenden diese anhand eines realistischen Anwendungsfalls an, so dass sie vergleichbare Fälle auch im industriellen Kontext verstehen und lösen können. Die Teilnehmenden entwickeln, realisieren und optimieren eine automatisierte Fertigungs- oder Montageeinrichtung. Sie konfigurieren und nutzen Werkzeuge der digitalen Fabrik zur Lösung einer spezifischen Problemstellung. Methodisch wenden sie zudem Methoden des Anforderungs- und Projektmanagements an und erstellen Arbeitsergebnisse im Team innerhalb einer vorgegebenen Zeit. Daneben präsentieren sie Ergebnisse unter Anwendung von Vortrags- und Präsentationstechniken und verteidigen diese im kritischen Diskurs.

In the “Project Lab Digital Factory” module, students learn to describe tools in the field of digital factory and explain them using specific examples. They apply these tools to a realistic application case, enabling them to understand and solve similar problems in an industrial context. Participants develop, implement, and optimize an automated manufacturing or assembly system. They configure and use digital factory tools to solve specific problems. They also methodically apply requirements and project management methods and produce deliverables as part of a team within a specified timeframe. In addition, they present their findings using speech and presentation techniques and defend them in critical discussions.

6 **Prüfungsleistung:**

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

zu	**Prüfungsform**	**Dauer bzw. Umfang**	**Gewichtung für die Modulnote**
a) - b)	Klausur oder mündliche Prüfung	120 - 240 Minuten oder 45 - 60 Minuten	100%

In der Prüfung sollen die Studierenden die wesentlichen Grundlagen zur Digitalen Fabrik wiedergeben, erklären und anwenden können.

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.

10 **Gewichtung für Gesamtnote:**

Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).

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

Masterstudiengang Maschinenbau, Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau

12 **Modulbeauftragte/r:**

Dr.-Ing. Jens Pottebaum, Prof. Dr. Iris Gräßler

13 **Sonstige Hinweise:**

4.7 Aktuelle Themen des Maschinenbaus

Aktuelle Themen des Maschinenbaus						
Current topics in Mechanical Engineering						
Modulnummer:	**Workload (h):**	**LP:**	**Studiensem.:**	**Turnus:**	**Dauer (in Sem.):**	**Sprache:**
M.104.7790	240	8	1.-4. Semester	Sommer- / Wintersemester	2	de

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.104.41260 Qualitätsmanagement	V2 Ü1, SS	45	75	WP	40 - 60
b)	L.104.32765 Blue Engineering - Nachhaltigkeit im Ingenieurwesen	S3, SS	45	75	WP	20
c)	L.104.25755 Industrienahe Forschungsthemen	P3, SS/WS	45	75	WP	
d)	L.032.82010 Chemie der Kunststoffe	V3, WS	45	75	WP	
e)	L.104.42285 Versuchsplanung und Auswertung mittels Statistik in der Kunststoffverarbeitung	V2 Ü1, SS	45	75	WP	
f)	L.104.32675 chemPLANT	S2, SS	30	90	WP	
g)	L.104.14252 Grundlagen der Tribologie	V3, SS	45	75	WP	
h)	L.104.14254 Numerische Tribologie	V3, WS	45	75	WP	
i)	L.104.61230 Datengetriebenes Ressourcenmanagement	V1 S2, WS	45	75	WP	12
j)	L.104.61240 Circular Economy	V1 S2, WS	45	75	WP	12
k)	L.104.61665 Industrienahe Nachhaltigkeitsthemen	S3	45	75	WP	8
)	L.104.61262 Nachhaltige Transformation - Defossilisierung	V2 Ü1	45	75	WP	35
)	L.104.11274 Standard Software Application Development	V2 Ü1	45	75	WP	40
)	L.104.12283 Condition Monitoring of Technical Systems	Blockve im Umfang V2 Ü1 SS	45	75	WP	10-30
)	L.104.52267 Abwicklung von Mechatronik-Projekten im Maschinen- und Anlagenbau	V2211 Ü1, SS	45	75	P/WP	20-40
)	L.104.11271	V2 Ü2	60	60	WP	200

2	**Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:** Es müssen zwei der Veranstaltungen ausgewählt werden.
3	**Teilnahmevoraussetzungen:** keine *Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung chemPLANT:* breites Grundlagenwissen im Bereich der Verfahrenstechnik (Wärme- & Stoffübertragung, Grundlagen der mechanischen, thermischen & chemischen Verfahrenstechnik) *Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Grundlagen der Tribologie:* Empfohlen: Grundkenntnisse in Maschinenelemente, Technischer Mechanik, Werkstoffkunde, Strömungslehre und Mathematik. *Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Numerische Tribologie:* Empfohlen: Grundlagen der Tribologie, Grundkenntnisse in Maschinenelemente, Technischer Mechanik, Werkstoffkunde, Strömungslehre und Mathematik *Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Condition Monitoring of Technical Systems:* Empfohlen: Die Lehrveranstaltung baut systematisch auf den Grundlagenvorlesungen Messtechnik und Rechnertools auf. *Prerequisites of course Grundlagen der Tribologie:* Recommended: Basic knowledge of machine elements, engineering mechanics, materials science, fluid mechanics and mathematics. *Prerequisites of course Numerische Tribologie:* Recommended: Fundamentals of Tribology, basic knowlege of machine elements, engineering mechanics, materials science, fluid mechanics and mathematics. *Prerequisites of course Condition Monitoring of Technical Systems:* Recommended: The course builds systematically on the basic lectures on measurement technology and computer tools.

4	**Inhalte:** *Inhalte der Lehrveranstaltung Qualitätsmanagement:* 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 *Inhalte der Lehrveranstaltung Blue Engineering - Nachhaltigkeit im Ingenieurwesen:* 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. *Inhalte der Lehrveranstaltung Industrienahe Forschungsthemen:* 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 innovativen Leichtbauteilen können Bestandteile des Laborprojekts sein. Ferner sind für den Entwicklungsprozess die ökonomischen wie auch die ökologischen Randbedingungen zu berücksichtigen.

Inhalte der Lehrveranstaltung Chemie der Kunststoffe:

- Definition und Einteilungsmöglichkeiten für Polymere
- Struktur von Polymeren
- Molmassenverteilung und mittlere Molmassen
- wichtige Kettenwachstums- und Stufenwachstumsreaktionen
- Polymercharakterisierung mit Schwerpunkt auf Molmassenbestimmung von Polymeren in Lösung

Inhalte der Lehrveranstaltung Versuchsplanung und Auswertung mittels Statistik in der Kunststoffverarbeitung:

- Einführung in die statistische Versuchsplanung
- Grundbegriffe der Statistik
- Versuchsplanung
- Versuchsdurchführung
- Versuchsauswertung
- Präsentation der Daten

Inhalte der Lehrveranstaltung chemPLANT:
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.

Inhalte der Lehrveranstaltung Grundlagen der Tribologie:

- 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.
- Schmierungszustände: Die Besonderheiten der hydrodynamischen, der elasto-hydrodynamischen und der thermo-elasto-hydrodynamischen Schmierungstheorien werden besprochen. Zusätzlich werden einfache Berechnungsmethoden vorgestellt.

Inhalte der Lehrveranstaltung Numerische Tribologie:

- 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.
- Programmiertechnische Umsetzung: Die programmiertechnische Umsetzung der erlernten Methoden erfolgt in Matlab anhand des Beispiels eines Gleitlagers.

Inhalte der Lehrveranstaltung Datengetriebenes Ressourcenmanagement:
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
- Grundlagen zu Datenmanagement
- Kreatives Finden von Lösungen
- Vorstellung der Fragestellungen
- Durchführung einer Projektierung als Gruppe

Inhalte der Lehrveranstaltung Circular Economy:
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
- Kritikalität
- Erarbeitung der Problemstellung bzw. des Bedarfs
- Durchführen einer Projektplanung
- Rückkopplung und Optimierung

Inhalte der Lehrveranstaltung Industrienahe Nachhaltigkeitsthemen:
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

Inhalte der Lehrveranstaltung Nachhaltige Transformation - Defossilisierung:

- 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

Inhalte der Lehrveranstaltung Condition Monitoring of Technical Systems:
Condition Monitoring spielt eine entscheidende Rolle bei der Erhöhung der Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit und Sicherheit technischer Systeme. Die Veranstaltung vermittelt grundlegende Kenntnisse im Bereich Condition Monitoring, Fehlerdiagnose und -prognose technischer Systeme. Es werden Anwendungsbeispiele gezeigt und in den Übungen wenden die Studierenden die Methoden an einfachen Aufgabenstellungen an.

Inhalte der Lehrveranstaltung Abwicklung von Mechatronik-Projekten im Maschinen- und Anlagenbau:

- Grundlagen – Definitionen, Kennzahlen, Erfolgspotentiale
- Akquisition und Verkauf – Erarbeitung kundenspezifischer Problemlösungen, Verhandlungsführung
- Entwicklung und Konstruktion – Neu- und Anpassungsentwicklung
- Mechatronik im Maschinen- Anlagenbau
- Anlagenprojektierung – Projektablauf und Meilensteine
- Claim Management – Umgang mit Projektabweichungen, erfolgreicher Projektabschluss
- After Sales Services – Klassische Serviceleistungen, neue Ansätze Kundenbindung – vom Kunden zum Partner, soziokulturelle Unterschiede im internationalen Geschäft

Inhalte der Lehrveranstaltung Data Science und Maschinelles Lernen:
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

Contents of the course Qualitätsmanagement:
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

Contents of the course Grundlagen der Tribologie:

- History of tribology: Explanation of the development of tribology as well as its interdisciplinary character.
- Tribological systems: The fundamentals of a tribological system analysis are conveyed.
- Part surfaces: 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 fundamentals 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, paste and solid lubricants is given. Furthermore, the basics of lubricant selection are taught.
- Lubrication conditions: The specifics of hydrodynamic, elasto-hydrodynamic and thermo-elasto-hydrodynamic lubrication theories are discussed. In addition, simple calculation methods are presented.

Contents of the course Numerische Tribologie:

- Derivation of the Reynolds equation: With fulfilment of certain circumstances the transition of the Navier-Strokes equations to the Reynold differential equation is presented.
- Methods of undimensioning: To make stable numeric calculations possible the transition of dimensioned equations into an undimensioned form is introduced.
- Discretisation methods: First the three main discretisation methods: Finite difference, Finite volume and Finite element are introducted. Subsequently the Finite difference method will be discussed in detail and applied on the Reynold differential equation.
- Deformation calculation: It is shown, how to calculacte the deformation of bodies under load with the use of the half space theory.
- Solution algorithm: The mathematical fundamentals of the Jacobi and Gauß-Seidel algorithms (both with and without relaxation) as well as the Newton-Raphson method are presented. The fundamental of the multi grid method is discussed.
- Coupled elasto hydrodynamic simulation: It is discussed how a coupled equation systems consisting of Reynolds equations and elastic gap equations for the fluid structure interaction can be solved.
- Programming implementation: The discussed methods will be implemented in Matlab using an example of a plain bearing.

Contents of the course Datengetriebenes Ressourcenmanagement:
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 (can vary depending on the semester assignment):

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

Contents of the course Circular Economy:
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
- Criticality
- Elaboration of the problem or need
- Carrying out project planning
- Feedback and optimization

Contents of the course Standard Software Application Development:
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

	Contents of the course Condition Monitoring of Technical Systems: Condition monitoring plays a decisive role in increasing the reliability, availability and safety of technical systems. The course imparts basic knowledge in the field of condition monitoring, fault diagnosis and prognosis of technical systems. Application examples are shown and in the exercises the students apply the methods to simple tasks.
5	**Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:** Die Studierenden bekommen Einblicke in ausgewählte, aktuelle Themen aus der Industrie. Dabei lernen sie, sich im industriellen Umfeld zu orientieren und sich in die Strukturen eines Unternehmens einzugliedern. Sie erfahren, welche Themen aktuell und zukünftig in Forschung und Industrie Relevanz haben und lernen Prozesse und Verfahren kennen, welche angewendet werden, um Herausforderungen mit technischem Sachverstand praxisnah zu lösen. Lernergebnisse der Veranstaltung “Qualitätsmanagement”: Den Studierenden werden grundlegende Methoden der Qualitätssicherung in produzierenden Unternehmen vermittelt. Die verschiedenen Methoden differenzieren sich dabei hinsichtlich des zeitlichen Produktzyklus. Sowohl anwendungstechnische und statistische Methoden vor der Fertigung (Konzept- und Produktentwicklungsphase) als auch Methoden während der Produktion (Serienfertigungsüberwachung) und nach der Fertigung zur Überprüfung der Langlebigkeit eines Produktes (Feldbeobachtung) werden aufgezeigt und angewendet. Ziel ist es weiterhin, dass die Studierenden die Optimierung von Fertigungsprozessen hinsichtlich der Qualitätssteigerung sowie den Umgang mit fehlerhaften Produkten (z.B. 8D-Report) erlernen. Lernergebnisse der Veranstaltung “Blue Engineering - Nachhaltigkeit im Ingenieurwesen”: 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.

Lernergebnisse der Veranstaltung “Industrienahe Forschungsthemen”:

Die Studierende sind in der Lage realitätsnahe ingenieurwissenschaftliche Aufgabenstellungen selbstständig zu bearbeiten. Sie können sich dabei in einer vorgegebenen Zeit in neue Themenbereiche einarbeiten, Lösungsansätze kreieren und umsetzen sowie die Ergebnisse in Diskussions- und Präsentationsrunden vorstellen.

Lernergebnisse der Veranstaltung “Chemie der Kunststoffe”:

Die Studierenden können die Struktur von Polymeren auf molekularer Ebene beschreiben. Sie besitzen ein grundlegendes Verständnis über die wichtigsten Polymeraufbaureaktionen sowie über Eigenschaften und Charakterisierung makromolekularer Systeme.

Lernergebnisse der Veranstaltung “Versuchsplanung und Auswertung mittels Statistik in der Kunststoffverarbeitung”:

Die Studierenden können die Grundlagen der Statistik auf verschiedene Datenreihen anwenden und die Ergebnisse interpretieren. Zusätzlich sind die Studierenden in der Lage, unterschiedliche Versuche in der Kunststoffindustrie mittels statistischer Versuchsplanung zu organisieren und durchzuführen. Des Weiteren erlernen die Studierenden die Unterschiede zwischen den gängigen Auswertungsmethoden und können diese auf Grundlage ihrer Vor- und Nachteile korrekt auf die Datenreihen anwenden. Ziel ist es am Ende außerdem, die Daten und Ergebnisse angemessen in Diagrammen zu veranschaulichen und zu präsentieren. In dem Modul wird verschiedene Software genutzt, die die Studierenden am Ende des Moduls selbstständig bedienen können.

Lernergebnisse der Veranstaltung “chemPLANT”:

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.

Lernergebnisse der Veranstaltung “Grundlagen der Tribologie”:

Die Lehrveranstaltung vermittelt systematisch aufgebaute Kenntnisse zur tribologisch korrekten Auslegung von Maschinenelementen. Die Studierenden werden in die Lage versetzt:

- Tribosysteme zu analysieren und die bauteilspezifische tribologische Beanspruchung zu verstehen.
- Konstruktive Änderungen vorzunehmen, um typische tribologische Schaden zu vermeiden.
- Anforderungen für einen Schmierstoff zu ermitteln und Schmierstoffdatenblätter gekonnt zu lesen.

Lernergebnisse der Veranstaltung “Numerische Tribologie”:

- Numerische Berechnungen durchzuführen, um die Schmierungs- und Reibungszustand von Maschinenelementen zu bestimmen.
- Einfache nummerische Berechnungsprogramme selber zu entwickeln.

Lernergebnisse “Datengetriebenes Ressourcenmanagement”:

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.

Lernergebnisse der Veranstaltung “Industrienahe Nachhaltigkeitsthemen”:

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.

Lernergebnisse der Veranstaltung “Nachhaltige Transformation - Defossilisierung”:

Die Studierenden erwerben in dieser Lehrveranstaltung 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.

Lernergebnisse der Veranstaltung “Condition Monitoring of Technical Systems”:

Die Studierenden haben grundlegende Kenntnisse im Bereich Condition Monitoring, Fehlerdiagnose und -prognose technischer Systeme und sind in der Lage, diese Kenntnisse bei einfachen Fragestellungen anzuwenden.

Lernergebnisse der Veranstaltung “Abwicklung von Mechatronik-Projekten im Maschinen- und Anlagenbau”:

Die Vorlesung vermittelt ein umfassendes Instrumentarium an Vorgehensweisen und Methoden zur erfolgreichen Abwicklung mechatronischer Projekte im Maschinen- und Anlagenbau. Die Hörer und Hörerinnen lernen den gesamten Prozess von der Geschäftsanbahnung bis zum erfolgreichen Betrieb beim Kunden kennen. Die Charakteristika kundenspezifischer mechatronischer Lösungen im Maschinen- und Anlagenbau werden dabei besonders berücksichtigt. Die Hörer und Hörerinnen entwickeln ein ganzheitliches Verständnis der Unternehmensprozesse und erlernen abteilungsübergreifendes Denken und Handeln.

Lernergebnisse der Veranstaltung “Data Science und Maschinelles Lernen”:

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.

Lernergebnisse der Veranstaltung “Algorithmische Entwicklung und Design Automation”:

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.

Learning outcomes “Nachhaltigkeitsgerechte Produktentwicklung / Design for Sustainability”:

Students gain an insight into the procedure for developing sustainable systems. The participants define sustainability on the basis of suitable examples, apply methods for sustainability assessment and the basic rules for the consideration of sustainability decisions in the development. Participants will identify technical and organizational requirements for the development of sustainable products, select appropriate organizational forms and apply them to sample projects. After completing the course Technologies and Business Models of Automotive Mobility, students describe and explain basic development concepts in the automotive industry. After attending the exercises, students recognize the interrelationships of the individual methods of product development and apply them to problem areas in industrial practice.

Learning outcomes “Circular Economy and Energy”:

Students acquire specialist knowledge on the subtopic of the semester (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.

Learning outcomes “Standard Software Application Development”:

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.

Learning outcomes “Algorithmic Engineering and Design Automation”:

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)	Klausur oder mündliche Prüfung	90-120 Minuten oder 30-45 Minuten	50%
b)	schriftliche Hausarbeit (Einzelarbeit) sowie Projektarbeit (Gruppenarbeit)	15-30 Seiten sowie Dokumentation und Präsentation (30 Minuten)	25%, 25%
c)	Referat	20 - 30 Minuten	
d)	Klausur oder mündliche Prüfung	90-120 Minuten oder 30-45 Minuten	50%
e)	Mündliche Prüfung	30-45 Minuten	50%
f)	Referat	30 - 45 Minuten	50%
g)	Klausur oder mündliche Prüfung	90-120 Min. oder 30-45 Min.	50%
h)	Klausur oder mündliche Prüfung	90-120 Min. oder 30-45 Min.	50%
i)	schriftliche Hausarbeit (Einzelarbeit) sowie Projektarbeit (Gruppenarbeit)	15-30 Seiten sowie Dokumentation und Präsentation (30 Minuten)	20%, 30%
j)	Schriftliche Hausarbeit sowie Projektarbeit	10 Minuten / 20 Minuten sowie Dokumentation	20%, 30%
k)	Referat	Vortrag 30 Min., schriftliche Ausarbeitung ca. 10 Seiten	50%
)	Schriftliche Hausarbeit sowie Projektarbeit	10 Minuten / 20 Minuten	20%, 30%
)	Klausur oder mündliche Prüfung	90-120 Minuten oder 30-45 Minuten	50%
)	Klausur oder mündliche Prüfung	90-120 Min. oder 30-45 Min.	50%
)	Klausur oder mündliche Prüfung	90-120 Minuten oder 30-45 Minuten	50%
)	Klausur oder mündliche Prüfung	90 - 120 Minuten oder 30 - 45 Minuten	50%
)	Hausarbeit inkl. Präsentation	15-30 Seiten, 30 Minuten	50%

In der Prüfung sollen die Studierenden exemplarische Problemstellungen behandeln und grund-

7 **Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:**

zu	**Form**	**Dauer bzw. Umfang**	**SL / QT**
a)			
b)			
c)			
d)			
e)			
f)	Bericht	5-10 DIN A4 Seiten	SL
g)			
h)			
i)			
j)			
k)			
)			
)			
)			
)			
)			
)			

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

keine / none

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

Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulteilprüfungen bestanden sind.

10 **Gewichtung für Gesamtnote:**

Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).

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

keine

12 **Modulbeauftragte/r:**

Prof. Dr. Hans-Joachim Schmid

13 **Sonstige Hinweise:**

Hinweise der Lehrveranstaltung Blue Engineering - Nachhaltigkeit im Ingenieurwesen:
Die Veranstaltung wird ausschließlich für Studierende aus Masterstudiengängen angeboten.

Hinweise der Lehrveranstaltung chemPLANT:
Termine, Fristen & Regelwerk sind abrufbar unter: www.vdi.de/tg-fachgesellschaften/vdi-gesellschaft-verfahrenstechnik-und-chemieingenieurwesen/chemplant

Hinweise der Lehrveranstaltung Datengetriebenes Ressourcenmanagement:
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. Die Veranstaltung ist teilnehmerbegrenzt. Die Angabe dieser Begrenzung ist in Summe für die zugehörigen Veranstaltungen gemeint, z.B. auch nach anderer Prüfungsordnung. Bitte hinterlegen Sie daher Ihr Interesse nach Windhundverfahren per E-Mail: olga.janzen@uni-paderborn.de.

Hinweise der Lehrveranstaltung Circular Economy:
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. Die Veranstaltung ist teilnehmerbegrenzt. Die Angabe dieser Begrenzung ist in Summe für die zugehörigen Veranstaltungen gemeint, z.B. auch nach anderer Prüfungsordnung. Bitte hinterlegen Sie daher Ihr Interesse nach Windhundverfahren per E-Mail: reem.shaheen@uni-paderborn.de.

Hinweise der Lehrveranstaltung Algorithmische Entwicklung und Design Automation:
Die Übungen/Seminaranteile werden in Absprache blockweise abgehalten.

Remarks of course Datengetriebenes Ressourcenmanagement:
Students first acquire the required subject knowledge (see content). They then formulate problems together or are given problems by the lecturer. Working, where possible, in groups, students develop solutions to increase sustainability in production and/or in the factory. This may involve, for example, a technical, potentially patentable solution, a prototype for a product, a business idea for a spin-off, or an in-depth exploration of a topic. This approach fosters communication skills, teamwork, and the ability to reflect. The number of participants for this event is limited. The specified limit refers to the total number of participants for the associated events, including, for example, those under different examination regulations. If you are interested, please e-mail olga.janzen@uni-paderborn.de. Places will be allocated on a first come, first served basis.

Remarks of course Circular Economy:
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. The number of participants for this event is limited. The specified limit refers to the total number of participants for the associated events, including, for example, those under different examination regulations. If you are interested, please e-mail reem.shaheen@uni-paderborn.de. Places will be allocated on a first come, first served basis.

Remarks of course Algorithmische Entwicklung und Design Automation:
The assignments should be held in blocks by mutual agreement

4.8 Freies Technisches Wahlpflichtmodul

Bei der Wahl des freien Wahlpflichtmoduls können zwei Veranstaltungen aus dem gesamten Angebot aller Veranstaltungen, die in den technischen Wahlpflichtmodulen (inkl. den Basismodulen) vorkommen, gewählt werden. Dabei ist zu beachten, dass diese beiden Veranstaltungen dann in diesem Modulkontext als Einzelprüfung unabhängig voneinander zu bestehen sind. Die Informationen zu den Veranstaltungen (z.B. Lehrform, Kontaktzeit, Selbststudium, Gruppengröße, Inhalte, Lernergebnisse/Kompetenzen, Art der Prüfungsleistung, sonstige Hinweise) werden hier nicht noch einmal separat aufgeführt, da all diese Informationen bereits an anderer Stelle in diesem Modulhandbuch enthalten und auffindbar sind. WICHTIGER HINWEIS: Veranstaltungen, die in diesem Modulkontext gewählt wurden, können an anderer Stelle nicht erneut gewählt werden. Somit kann die Wahl der Veranstaltungen im freien Wahlpflichtmodul Einfluss auf die spätere Belegbarkeit von Veranstaltungen innerhalb von Basismodulen – und somit auf die Vertiefungsrichtung – haben. Daher sollte die Wahl der Veranstaltungen im freien Wahlpflichtmodul immer auch im Kontext mit der Wahl der Vertiefungsrichtung und der Veranstaltungen der darin enthaltenen Basismodule passieren.

Freies Technisches Wahlpflichtmodul

Modulnummer:	**Workload (h):**	**LP:**	**Studiensem.:**	**Turnus:**	**Dauer (in Sem.):**	**Sprache:**
M.104.7795	240	8	1-4	Sommer- / Wintersemester	2	de

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	**Lehrform**	**Kontaktzeit (h)**	**Selbststudium (h)**	**Status (P/WP)**	**Gruppengröße (TN)**

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

Zwei Veranstaltungen aus dem Pool der technischen Veranstaltungen.

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

Keine

4 **Inhalte:**

Siehe Lehrveranstaltungen innerhalb dieses Modulhandbuches.

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

Siehe Module innerhalb dieses Modulhandbuches, in denen die Lehrveranstaltungen vorkommen.

6	**Prüfungsleistung:** □Modulabschlussprüfung (MAP) □Modulprüfung (MP) ⊠Modulteilprüfungen (MTP) Siehe Module innerhalb dieses Modulhandbuches, in denen die Lehrveranstaltungen vorkommen. Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Prüfungsleistung konkret zu erbringen ist.
7	**Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:** keine / none
8	**Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:** Siehe Module innerhalb dieses Modulhandbuches, in denen die Lehrveranstaltungen vorkommen.
9	**Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten:** Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulteilprüfungen bestanden sind.
10	**Gewichtung für Gesamtnote:** Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).
11	**Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:** keine
12	**Modulbeauftragte/r:** Prof. Dr. Hans-Joachim Schmid
13	**Sonstige Hinweise:**

5 Nicht technisches Modul

Nicht technisches Modul

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiensem.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:
M.104.7800	180	6	1.- 4. Semester	Sommer- / Wintersemester	1	

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	1 Veranstaltung aus dem Angebot des Zentrums für Sprachlehre der Universität Paderborn im Umfang von 3 LP.	Ü2, WS/SS	30	60	WP	30
b)	1 weitere Veranstaltung aus dem Angebot des Zentrums für Sprachlehre der Universität Paderborn im Umfang von 3 LP.	Ü2, SS/WS	30	60	WP	
c)	L.104.12211 Patentstrategie und Patentrecht	V2 Ü1, SS	45	45	WP	60
d)	L.104.32281 Allgemeines Recht und Vertragsrecht für Ingenieure	V1 Ü1, WS	30	60	WP	60
e)	L.104.41221 Kostenrechnung im Maschinenbau	V1Ü1, SS	30	60	WP	40-60
f)	L.104.31492 Interkulturelle Kommunikations- und Wirtschaftskompetenz	Ü2, WS	30	60	WP	20

2	**Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:** 2 Veranstaltungen aus dem Angebot des Zentrums für Sprachlehre der Universität Paderborn im Umfang von 3 LP oder 2 Veranstaltungen des unter c) bis f) aufgeführten Angebots oder je 1 Veranstaltung aus dem Angebot des ZSL und des unter c) bis e) aufgeführten Angebots. In PAUL ist vor der Wahl der Veranstaltungen zu entscheiden, ob 1 oder 2 Sprachkurse gewählt werden und entsprechendes Modul zu wählen.
3	**Teilnahmevoraussetzungen:** keine *Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung 1 Veranstaltung aus dem Angebot des Zentrums für Sprachlehre der Universität Paderborn im Umfang von 3 LP.:* In den Sprachen Englisch, Französisch, Spanisch, Polnisch und Russisch ist die Teilnahme an den Einstufungstests/Einstufungsgesprächen Voraussetzung für die Teilnahme am Kurs. Über die Zulassung entscheidet das ZfS. *Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Interkulturelle Kommunikations- und Wirtschaftskompetenz:* keine *Prerequisites of course Interkulturelle Kommunikations- und Wirtschaftskompetenz:* none
4	**Inhalte:** *Inhalte der Lehrveranstaltung 1 Veranstaltung aus dem Angebot des Zentrums für Sprachlehre der Universität Paderborn im Umfang von 3 LP.:* 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/sprachenlernen/sprachkurse-a-z *Inhalte der Lehrveranstaltung Patentstrategie und Patentrecht:* 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

Inhalte der Lehrveranstaltung 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

Inhalte der Lehrveranstaltung Kostenrechnung im Maschinenbau:
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

Inhalte der Lehrveranstaltung Interkulturelle Kommunikations- und Wirtschaftskompetenz:

- 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

Contents of the course Patentstrategie und Patentrecht:
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

	Contents of the course Kostenrechnung im Maschinenbau: 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 *Contents of the course Interkulturelle Kommunikations- und Wirtschaftskompetenz:* • Clarification of the terms “Herkunft”, “Zugehörigkeit” (“Normalität vs. Othering”) and “Identität”. • Intercultural competence and related sub-competences • Expanding self-knowledge and culture-specific knowledge about selected countries • Living, learning with a focus on studying and working in selected countries • Labour law and tax law in selected countries
5	**Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:** Lernergebnisse der Sprachveranstaltungen: • Fremdsprachenkompetenz Lernergebnisse der Veranstaltung “Allgemeines Recht und Vertragsrecht für Ingenieure”: • Auseinandersetzung mit rechtlichen Herausforderungen aus dem Alltag eines Ingenieurs Lernergebnisse der Veranstaltung “Patenstrategie und Patentrecht”: • Durchführung von datenbankbasierten Patentrecherchen Lernergebnisse der Veranstaltung “Kostenrechnung im Maschinenbau”: Das Ziel ist, den Studierenden ein Bewusstsein über die wirtschaftlichen Grundlagen zu vermitteln, damit die Studierenden wirtschaftliche Aspekte der Produktion erfassen und berechnen können. Lernergebnisse der Veranstaltung “Interkulturelle Kommunikations- und Wirtschaftskompetenz”: Die Studierenden sind in der Lage,

- Möglichkeiten und Chancen in interkulturellen Begegnungssituationen zu erkennen, mit ihnen zu arbeiten und kultursensibel auf diese Situationen einzugehen, um effektiv zu kommunizieren, *die theoretischen Konstrukte der Interkulturellen Kommunikations- und Wirtschaftskompetenz kritisch zu hinterfragen, zu analysieren und ihre eigene kulturelle Identität zu entwickeln,
- kulturelle Differenzen zwischen ausgewählten Ländern und Deutschland insbesondere im tertiären Bildungssystem und des Arbeits- und Lebensalltags zu beschreiben sowie
- Verhaltensweisen, politische und gesellschaftliche Strukturen (bspw. hierarchische Strukturen) in ausgewählten Ländern zu beschreiben und ein Verständnis für kulturelle Unterschiede und Gemeinsamkeiten zu entwickeln.

6 **Prüfungsleistung:**

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

zu	**Prüfungsform**	**Dauer bzw. Umfang**	**Gewichtung für die Modulnote**
a)	Klausur oder mündliche Prüfung	45 - 90 Minuten oder 30 Minuten	50%
b)	Klausur oder mündliche Prüfung		50%
c)	Klausur	120 Min.	50%
d)	Klausur oder mündliche Prüfung	120 Minuten oder 45 Minuten	50%
e)	Klausur oder mündliche Prüfung	Klausur im Umfang von 50-120 Minuten bzw. mündliche Prüfung mit einer Dauer von 30-45 Minuten	50%
f)	Referat	30 Min.	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 bestanden sind.

10 **Gewichtung für Gesamtnote:**

Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).

11	**Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:** Masterstudiengang Chemieingenieurwesen
12	**Modulbeauftragte/r:** Prof. Dr. Hans-Joachim Schmid
13	**Sonstige Hinweise:** *Hinweise der Lehrveranstaltung 1 Veranstaltung aus dem Angebot des Zentrums für Sprachlehre der Universität Paderborn im Umfang von 3 LP.:* • In den Sprachen Englisch, Französisch, Spanisch, Polnisch und Russisch ist die Teilnahme an den Einstufungstests/Einstufungsgesprächen Voraussetzung für die Teilnahme am Kurs. Über die Zulassung 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. *Hinweise der Lehrveranstaltung Allgemeines Recht und Vertragsrecht für Ingenieure:* Literatur: Schmeken, S.: Manuskript zur Vorlesung *Hinweise der Lehrveranstaltung Interkulturelle Kommunikations- und Wirtschaftskompetenz:* Literatur: Bolten, J.: Einführung in die Interkulturelle Wirtschaftskommunikation *Remarks of course Interkulturelle Kommunikations- und Wirtschaftskompetenz:* Literature: Bolten, J.: Einführung in die Interkulturelle Wirtschaftskommunikation

6 Industriepraktikum

Industriepraktikum						
Industrial practical training						
Modulnummer:	**Workload (h):**	**LP:**	**Studiensem.:**	**Turnus:**	**Dauer (in Sem.):**	**Sprache:**
M.104.0070	300	10	1.- 4. Semester	Sommer- / Wintersemester	1	de

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	Industriepraktikum	P, SS/WS	10	290	P	1

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

keine

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>siehe Praktikumsordnung</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 Chemieingenieurwesen, Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Elektrotechnik, Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau</td></tr>
<tr><td>12</td><td>Modulbeauftragte/r:
Prof. Dr. Hans-Joachim Schmid</td></tr>
<tr><td>13</td><td>Sonstige Hinweise:
Hinweise der Lehrveranstaltung Industriepraktikum:
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.</td></tr>
</table>

7 Studienarbeit

<table>
<tr><th colspan="8">Studienarbeit</th></tr>
<tr><td colspan="8"></td></tr>
<tr><td colspan="2">Modulnummer:
A.104.8010</td><td>Workload (h):
450</td><td>LP:
15</td><td>Studiensem.:
1 -4. Semester</td><td>Turnus:
Sommer- / Wintersemester</td><td>Dauer (in Sem.):
1</td><td>Sprache:
de</td></tr>
<tr><td>1</td><td colspan="7">Modulstruktur:
<table>
<tr><th></th><th>Lehrveranstaltung</th><th>Lehrform</th><th>Kontaktzeit (h)</th><th>Selbststudium (h)</th><th>Status (P/WP)</th><th>Gruppengröße (TN)</th></tr>
<tr><td>a)</td><td>Studienarbeit</td><td></td><td>50</td><td>400</td><td>P</td><td>1</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>2</td><td colspan="7">Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:
keine</td></tr>
<tr><td>3</td><td colspan="7">Teilnahmevoraussetzungen:
keine</td></tr>
<tr><td>4</td><td colspan="7">Inhalte:
Die Inhalte und die Aufgabenstellung der Studienarbeit werden von dem oder der Prüfenden festgelegt und dem Studierenden schriftlich ausgehändigt.</td></tr>
<tr><td>5</td><td colspan="7">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</td></tr>
</table>

<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>Studienarbeit inkl. Vortrag</td><td>maximal 100 Seiten bzw. 30-45 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 Credits erfolgt, wenn die Modulprüfung bestanden ist.</td></tr>
<tr><td>10</td><td>Gewichtung für Gesamtnote:
Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).</td></tr>
<tr><td>11</td><td>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:
Masterstudiengang Chemieingenieurwesen, Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Elektrotechnik, Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau</td></tr>
<tr><td>12</td><td>Modulbeauftragte/r:
Prof. Dr. Hans-Joachim Schmid</td></tr>
<tr><td>13</td><td>Sonstige Hinweise:</td></tr>
</table>

8 Abschlussmodul

Abschlussmodul						
Master Thesis						
Modulnummer:	**Workload (h):**	**LP:**	**Studiensem.:**	**Turnus:**	**Dauer (in Sem.):**	**Sprache:**
A.104.7010	750	25	4. Semester	Sommer- / Wintersemester	1	de

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

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

keine / none

4 **Inhalte:**

Die Inhalte und die Aufgabenstellung der Masterarbeit werden von der oder dem Erstprüfenden festgelegt und der oder 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.

10 **Gewichtung für Gesamtnote:**

Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).

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

keine

12 **Modulbeauftragte/r:**

Prof. Dr. Hans-Joachim Schmid

13 **Sonstige Hinweise:**

9 Maschinenbau in China (mb-cn)

Für die Studienrichtung mb-cn mit Aufenthalt in der Partneruniversität Qingdao müssen folgende Module und Veranstaltungen belegt werden:

Zwei Wahlpflichtmodule müssen durch die Module „Chinesisch“ und „Fachkommunikation in China“ belegt werden. Das dritte Wahlpflichtmodul kann frei aus dem Wahlpflichtmodul-Katalog gewählt werden.

Als nicht technisches Modul ist das Modul „Interkulturelle Kompetenz“ festgelegt.

Die Masterarbeit sollte mindestens teilweise in China angefertigt werden.

Chinesisch

Chinese

Modulnummer:	**Workload (h):**	**LP:**	**Studiensem.:**	**Turnus:**	**Dauer (in Sem.):**	**Sprache:**
M.104.7770	240	8	1. Semester	Wintersemester	1	

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	**Lehrform**	**Kontaktzeit (h)**	**Selbststudium (h)**	**Status (P/WP)**	**Gruppengröße (TN)**
a)	L.104.14275 Chinesisch 1	V2 Ü1, WS	45	75	P	20
b)	L.104.14280 Chinesisch 2	V2 Ü1, WS	45	75	P	20

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

keine

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Chinesisch 2:
Empfohlen: Chinesisch 1

4 **Inhalte:**

Begrüßung, Vorstellung, Familienverhältnisse, Uhrzeit, Verabredung verschiedene Situationen: auf der Straße, in der Bibliothek, in der Schule, im Café

Inhalte der Lehrveranstaltung Chinesisch 1:
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

Inhalte der Lehrveranstaltung Chinesisch 2:
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

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

Die Studierenden können,

- vertraute, alltägliche Ausdrücke und einfache Sätze verstehen und verwenden,
- sich in einfachen routinemäßigen Situationen verständigen, wenn die Gesprächspartnerinnen oder Gesprächspartner langsam und deutlich sprechen. die eigene Herkunft und Ausbildung, die direkte Umgebung und Dinge im Zusammenhang mit unmittelbaren Bedürfnissen beschreiben.

6 **Prüfungsleistung:**

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

zu	**Prüfungsform**	**Dauer bzw. Umfang**	**Gewichtung für die Modulnote**
a) - b)	Klausur	120 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.

10 **Gewichtung für Gesamtnote:**

Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).

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

Masterstudiengang Chemieingenieurwesen

12 **Modulbeauftragte/r:**

Dr.-Ing. Vera Denzer

13 **Sonstige Hinweise:**

Chinesisch 1 findet im Rahmen einer Summerschool an der CDTF statt und Chinesisch 2 findet an der UPB statt.

	Hinweise der Lehrveranstaltung Chinesisch 1: Die Veranstaltung findet vor dem Wintersemester als SummerSchool in Qingdao, China statt.

Interkulturelle Kompetenz

Intercultural competence

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiensem.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:
M.104.7774	180	6	1. Semester	Wintersemester	1	de

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.104.14262 Verhaltensweisen in China	V2 Ü1, WS	45	75	P	20
b)	L.104.14265 Kultur in China	V1 Ü1, WS	20	40	P	20

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

keine

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

keine / none

4 **Inhalte:**

Alltag und Freizeit, Bildungssystem, Wirtschaft, Denkweise, chinesische Schriftzeichen, soziale Netzwerke, Qingdao, chinesische Geschichte
Kommunikation, Aktuelles und Fakten, Geschichte, das politische System, Leben und Arbeiten in China, Probleme, Territorialstreitigkeiten, Gesetze.

Inhalte der Lehrveranstaltung Verhaltensweisen in China:
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

Inhalte der Lehrveranstaltung 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

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

Die Studierenden sind in der Lage, typische chinesische Verhaltensweisen, politische und gesellschaftliche Strukturen, die chinesische Geographie und die Klimaverhältnisse in China zu beschreiben.

6 **Prüfungsleistung:**

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

zu	**Prüfungsform**	**Dauer bzw. Umfang**	**Gewichtung für die Modulnote**
a) - b)	Klausur	90 Minuten	100%

7 **Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:**

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

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

Voraussetzung für die Teilnahme an der Modulabschlussprüfung ist das Bestehen der Studienleistung.

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

Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.

10 **Gewichtung für Gesamtnote:**

Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).

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

Masterstudiengang Chemieingenieurwesen

12	**Modulbeauftragte/r:** Dr.-Ing. Vera Denzer
13	**Sonstige Hinweise:** *Hinweise der Lehrveranstaltung Verhaltensweisen in China:* Die Veranstaltung findet an der UPB statt. *Hinweise der Lehrveranstaltung Kultur in China:* Die Veranstaltung findet vor dem Wintersemester als SummerSchool in Qingdao, China statt.

Fachkommunikation in China

Technical communication in China

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiensem.:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:
M.104.7772	240	8	2.-3. Semester	Sommer- / Wintersemester	2	de

1 **Modulstruktur:**

	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
a)	L.104.14287 Fachspezifisches Chinesisch	V2 Ü1, WS sowie V1 Ü1, SS	75	45	P	20
b)	L.104.14875 Tutorium an der CDTF	T3, SS	45	75	P	20

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:**

keine

3 **Teilnahmevoraussetzungen:**

Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Fachspezifisches Chinesisch:
Empfohlen: Chinesisch 1, Chinesisch 2

Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Tutorium an der CDTF:
Empfohlen: Technische Darstellung, Maschinenelemente - Grundlagen / Verbindungen / Antriebskomponenten

4 **Inhalte:**

Inhalte der Lehrveranstaltung Fachspezifisches Chinesisch:
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-Sprachprüfung.

Inhalte der Lehrveranstaltung Tutorium an der CDTF:

- 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.

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 zu erwerben,
- sich aktiv auf ein im Vergleich zum eigenen Lernverhalten anderen Lernverhalten chinesischer Studierender einzustellen.
- kulturelle Differenzen zwischen China und Deutschland insbesondere im tertiären Bildungssystem zu beschreiben,
- einfache technische Systeme mit grundlegenden technischen Begriffen in chinesischer Sprache zu beschreiben. die Niveaustufe 2 der chinesischen Sprachprüfung (HSK 2) zu erreichen.

6 **Prüfungsleistung:**

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

zu	**Prüfungsform**	**Dauer bzw. Umfang**	**Gewichtung für die Modulnote**
a)	Klausur	60 Minuten	50 %
b)	mündliche Prüfung	30-45 Minuten	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></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>b)</td><td>Klausur</td><td>60 - 90 Minuten</td><td>SL</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>8</td><td>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:
Voraussetzung für die Teilnahme an der Modulteilprüfung Tutorium an der CDTF (b)) ist das Bestehen der Studienleistung.</td></tr>
<tr><td>9</td><td>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten:
Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulteilprüfungen bestanden sind.</td></tr>
<tr><td>10</td><td>Gewichtung für Gesamtnote:
Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).</td></tr>
<tr><td>11</td><td>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:
Masterstudiengang Chemieingenieurwesen, Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau</td></tr>
<tr><td>12</td><td>Modulbeauftragte/r:
Dr.-Ing. Vera Denzer</td></tr>
<tr><td>13</td><td>Sonstige Hinweise:
Hinweise der Lehrveranstaltung Tutorium an der CDTF:
Die Veranstaltung findet an der CDTF in Qingdao statt. Die Vorbereitungen finden ein Semester vorher in Paderborn statt.</td></tr>
</table>

10 Englischsprachiges Lehrangebot:

10.1 Englischsprachige Module

- M.104.7224 Manufacturing equipment 46
- M.104.7234 Mechanics of materials 60
- M.104.7236 Production technologies for lightweight design 63
- M.104.7238 Polymeric and metallic materials for vehicle construction 171
- M.104.7242 Automotive technology and vehicle dynamics 74
- M.104.7332 Applied fluid dynamics 100
- M.104.7306 Calculationmethods and their applications 110
- M.104.7308 Digital and Virtual Product Creation 120
- M.104.7311 Fatigue strength 129
- M.104.7322 Particle technology 163
- M.104.7329 Chemical engineering processes 174
- M.104.7330 Material development 188

10.2 Englischsprachige Lehrveranstaltungen

- L.104.24270 Tooling technology (Modul: M.104.7224 Manufacturing equipment) 46
- L.104.22260 Simulation of materials (Modul: M.104.7234 Mechanics of materials) 60
- L.104.21241 oder L.104.21242 Klebtechnische Fertigungsverfahren oder Adhesive Bonding Technologies (Modul: M.104.7236 Production technologies for lightweight design) 63
- L.104.25275 oder L.104.25276 Grundlagen der Automobiltechnik oder Basics of Automotive Engineering (Modul: M.104.7242 Automotive technology and vehicle dynamics) 74
- L.104.31240 CFD-Methods in Process Engineering (Modul: M.104.7332 Applied fluid dynamics) 100
- L.104.51236 Digitale und Virtuelle Produktentstehung 2 (Modul: M.104.7308 Digital and Virtual Product Creation) 120
- L.104.13220 Fatigue Cracks (Modul: M.104.7311 Fatigue strength) 129
- L.104.32231 Particle Synthesis (Modul: M.104.7322 Particle technology) 163
- L.104.32531 Particle Synthesis Practical Course (Modul: M.104.7322 Particle technology) . 163
- L.104.32255 Process modelling and simulation (Modul: M.104.7329 Chemical engineering processes) 174
- L.104.23270 Modern Steels and Steelmaking (Modul: M.104.7330 Material development) .. 188
- L.104.61240 Circular Economy (Modul: M.104.7790 Current topics in Mechanical Engineering) 210
- L.104.11274 Standard Software Application Development (Modul: M.104.7790 Current topics in Mechanical Engineering) 210

- L.104.12283 Condition Monitoring of Technical Systems (Modul: M.104.7790 Current topics in Mechanical Engineering) 210

Erzeugt am 2. Juli 2026 um 13:19.