

# UNIVERSITÄT PADERBORN

---

FAKULTÄT FÜR MASCHINENBAU

MODULHANDBUCH FÜR DEN MASTERSTUDIENGANG  
CHEMIEINGENIEURWESEN

STAND: 2. JULI 2026

# Präambel zum Modulhandbuch des Masterstudiengangs Chemieingenieurwesen

## Studienaufbau für den Masterstudiengang *Chemieingenieurwesen*

Wenn eine Vertiefungsrichtung gewählt wird:

|          |   |                               |                             |                                |                                 |                                  |                        |
|----------|---|-------------------------------|-----------------------------|--------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|------------------------|
| Semester | 4 | Masterarbeit 25 LP            |                             |                                |                                 |                                  |                        |
|          | 3 | 4 Pflicht-<br>module<br>24 LP | 2 Basis-<br>module<br>16 LP | 3 Wahlpflicht-<br>module 24 LP | 1 Nicht techn.<br>Modul<br>6 LP | Industrie-<br>praktikum<br>10 LP | Studienarbeit<br>15 LP |
|          | 2 |                               |                             |                                |                                 |                                  |                        |
|          | 1 |                               |                             |                                |                                 |                                  |                        |

Wenn keine Vertiefungsrichtung gewählt wird:

|          |   |                             |                                 |                                 |                             |                        |
|----------|---|-----------------------------|---------------------------------|---------------------------------|-----------------------------|------------------------|
| Semester | 4 | Masterarbeit 25 LP          |                                 |                                 |                             |                        |
|          | 3 | 4<br>Pflichtmodule<br>24 LP | 5<br>Wahlpflichtmodule<br>40 LP | 1 Nicht techn.<br>Modul<br>6 LP | Industriepraktikum<br>10 LP | Studienarbeit<br>15 LP |
|          | 2 |                             |                                 |                                 |                             |                        |
|          | 1 |                             |                                 |                                 |                             |                        |

Folgende Veranstaltungsformen werden angeboten:

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

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

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

**Praktika:** dienen zur Vertiefung der vermittelten Kenntnisse durch Experimente.

### Wenn eine Vertiefungsrichtung gewählt wird:

Es kann eine der folgenden Vertiefungsrichtungen gewählt werden. Aus dieser gehen zwei zu belegende Basismodule hervor.

| Vertiefungsrichtung | Basismodule                                                   |
|---------------------|---------------------------------------------------------------|
| Verfahrenstechnik   | Mehrphasenprozesstechnik                                      |
|                     | Prozessintensivierung und -simulation                         |
| Nanotechnologie     | Nanotechnologie                                               |
|                     | Partikeltechnik                                               |
| Kunststofftechnik   | Mehrkomponentige Kunststoffbauteile -<br>Herstellen und Fügen |
|                     | Kunststoffeigenschaften                                       |

Außerdem ist ein vertiefungsrichtungsabhängiges Wahlpflichtmodul á 8 LP zu wählen:

| Vertiefungsrichtung | Module                                                      |
|---------------------|-------------------------------------------------------------|
| Verfahrenstechnik   | Partikeltechnik                                             |
|                     | Angewandte Wärmeübertragung                                 |
|                     | Angewandte Strömungsmechanik                                |
| Nanotechnologie     | Prozessintensivierung und -simulation                       |
|                     | Angewandte Wärmeübertragung                                 |
|                     | Chemie an Grenzflächen                                      |
| Kunststofftechnik   | Kunststofftechnologie                                       |
|                     | Werkzeugauslegung in der Kunststoffverarbeitung             |
|                     | Spezialanwendungen der Kunststofftechnik                    |
|                     | Berechnungsmethoden und ihre Anwendung                      |
|                     | Polymere und metallische Werkstoffe für den Fahrzeugbau     |
|                     | Werkstoffmechanik                                           |
|                     | Nachhaltige Polymerchemie                                   |
|                     | Nachhaltigkeit und Innovation in der Kunststoffverarbeitung |

Zudem sind technische Wahlpflichtmodule zu wählen:

Wenn eine Vertiefungsrichtung gewählt wird, sind **zwei Module** aus der folgenden Liste zu wählen.

Wenn **keine** Vertiefungsrichtung gewählt wird, sind statt der zwei Basismodule und des vertiefungsrichtungsabhängigen Wahlpflichtmoduls **fünf Module** aus der folgenden Liste zu wählen.

| Technische Wahlpflichtmodule                                                 |
|------------------------------------------------------------------------------|
| Antriebstechnik                                                              |
| Beschichtungstechnik und Korrosionsschutz                                    |
| Biomechanik                                                                  |
| Chemie in biologischen Systemen                                              |
| Energietechnik und Nutzung                                                   |
| Entwicklung eines elektrisch betriebenen und autonom fahrenden Rennfahrzeugs |
| Ermüdungsfestigkeit                                                          |
| Fertigungseinrichtungen                                                      |
| Kälte- und Wärmepumpentechnik                                                |
| Katalyse                                                                     |
| Modellierung von Energiesystemen                                             |
| Moderne Methoden der Regelungstechnik 1                                      |
| Nachhaltige Energiesysteme                                                   |
| Produkt- und Prozessgestaltung                                               |
| Quantenchemie                                                                |
| Regelungstechnik, Modellbildung und Simulation                               |
| Schadensanalyse                                                              |
| Mehrphasenprozesstechnik                                                     |
| Prozessintensivierung und -simulation                                        |
| Nanotechnologie                                                              |
| Partikeltechnik                                                              |
| Kunststoffeigenschaften                                                      |
| Mehrkomponentige Kunststoffbauteile – Herstellen und Fügen                   |
| Angewandte Strömungsmechanik                                                 |
| Berechnungsmethoden und ihre Anwendung                                       |
| Chemie an Grenzflächen                                                       |
| Kunststofftechnologie                                                        |
| Nachhaltige Polymerchemie                                                    |
| Polymere und metallische Werkstoffe für den Fahrzeugbau                      |
| Spezialanwendungen der Kunststofftechnik                                     |
| Werkstoffmechanik                                                            |
| Werkzeugauslegung in der Kunststoffverarbeitung                              |
| Aktuelle Themen des Maschinenbaus                                            |
| Freies Technisches Wahlpflichtmodul                                          |

# Inhaltsverzeichnis

|          |                                                                              |           |
|----------|------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>Abkürzungsverzeichnis</b>                                                 | <b>4</b>  |
| <b>2</b> | <b>Pflichtmodule</b>                                                         | <b>5</b>  |
| 2.1      | Pflichtmodul 1: Mathematik 4 für Maschinenbauer (Numerische Methoden)        | 5         |
| 2.2      | Pflichtmodul 2: Chemische und biologische Verfahrenstechnik                  | 7         |
| 2.3      | Pflichtmodul 3: Verfahrenstechnische Unit Operations                         | 10        |
| 2.4      | Pflichtmodul 4: Ausgewählte Themen der physikalischen Chemie für CIW         | 13        |
| <b>3</b> | <b>Basismodule</b>                                                           | <b>15</b> |
| 3.1      | Vertiefungsrichtung Verfahrenstechnik                                        | 15        |
| 3.2      | Vertiefungsrichtung Nanotechnologie                                          | 21        |
| 3.3      | Vertiefungsrichtung Kunststofftechnik                                        | 28        |
| <b>4</b> | <b>Vertiefungsrichtungsabhängige Wahlpflichtmodule</b>                       | <b>35</b> |
| 4.1      | Angewandte Strömungsmechanik                                                 | 35        |
| 4.2      | Angewandte Wärmeübertragung                                                  | 39        |
| 4.3      | Berechnungsmethoden und ihre Anwendung                                       | 42        |
| 4.4      | Chemie an Grenzflächen                                                       | 44        |
| 4.5      | Kunststofftechnologie                                                        | 46        |
| 4.6      | Nachhaltige Polymerchemie                                                    | 49        |
| 4.7      | Nachhaltigkeit und Innovation in der Kunststoffverarbeitung                  | 51        |
| 4.8      | Polymere und metallische Werkstoffe für den Fahrzeugbau                      | 54        |
| 4.9      | Prozessintensivierung und -simulation                                        | 57        |
| 4.10     | Spezialanwendungen der Kunststofftechnik                                     | 61        |
| 4.11     | Werkstoffmechanik                                                            | 64        |
| 4.12     | Werkzeugauslegung in der Kunststoffverarbeitung                              | 67        |
| <b>5</b> | <b>Technische Wahlpflichtmodule</b>                                          | <b>70</b> |
| 5.1      | Antriebstechnik                                                              | 70        |
| 5.2      | Beschichtungstechnik und Korrosionsschutz                                    | 74        |
| 5.3      | Biomechanik                                                                  | 77        |
| 5.4      | Chemie in biologischen Systemen                                              | 80        |
| 5.5      | Energietechnik und Nutzung                                                   | 84        |
| 5.6      | Entwicklung eines elektrisch betriebenen und autonom fahrenden Rennfahrzeugs | 87        |
| 5.7      | Ermüdungsfestigkeit                                                          | 90        |
| 5.8      | Fertigungseinrichtungen                                                      | 97        |
| 5.9      | Kälte- und Wärmepumpentechnik                                                | 100       |
| 5.10     | Katalyse                                                                     | 103       |
| 5.11     | Modellierung von Energiesystemen                                             | 105       |

## *Inhaltsverzeichnis*

|                                                               |            |
|---------------------------------------------------------------|------------|
| 5.12 Moderne Methoden der Regelungstechnik 1 . . . . .        | 108        |
| 5.13 Nachhaltige Energiesysteme . . . . .                     | 110        |
| 5.14 Produkt- und Prozessgestaltung . . . . .                 | 114        |
| 5.15 Quantenchemie . . . . .                                  | 118        |
| 5.16 Regelungstechnik, Modellbildung und Simulation . . . . . | 120        |
| 5.17 Schadensanalyse . . . . .                                | 123        |
| 5.18 Aktuelle Themen des Maschinenbaus . . . . .              | 126        |
| 5.19 Freies Technisches Wahlpflichtmodul . . . . .            | 143        |
| <b>6 Nicht technisches Modul</b>                              | <b>145</b> |
| <b>7 Industriepraktikum</b>                                   | <b>151</b> |
| <b>8 Studienarbeit</b>                                        | <b>153</b> |
| <b>9 Abschlussmodul</b>                                       | <b>155</b> |
| <b>10 Chemieingenieurwesen in China (mb-cn)</b>               | <b>157</b> |
| <b>11 Englischsprachiges Lehrangebot:</b>                     | <b>166</b> |
| 11.1 Englischsprachige Module . . . . .                       | 166        |
| 11.2 Englischsprachige Lehrveranstaltungen . . . . .          | 166        |

# 1 Abkürzungsverzeichnis

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

## 2 Pflichtmodule

### 2.1 Pflichtmodul 1: Mathematik 4 für Maschinenbauer (Numerische Methoden)

| Mathematik 4 für Maschinenbauer (Numerische Methoden) |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                   |                 |                 |                   |                  |                   |
|-------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|-----------------|-----------------|-------------------|------------------|-------------------|
| Mathematics 4 (numerical methods)                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                   |                 |                 |                   |                  |                   |
| Modulnummer:                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Workload (h):                                     | LP:             | Studiensem.:    | Turnus:           | Dauer (in Sem.): | Sprache:          |
| M.105.9483                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 120                                               | 4               | 2. Semester     | Sommersemester    | 1                | de                |
| 1                                                     | Modulstruktur:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                   |                 |                 |                   |                  |                   |
|                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Lehrveranstaltung                                 | Lehrform        | Kontaktzeit (h) | Selbststudium (h) | Status (P/WP)    | Gruppengröße (TN) |
|                                                       | a)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | L.105.94400<br>Mathematik 4 (Numerische Methoden) | V2<br>Ü1,<br>SS | 45              | 75                | P                | 60                |
| 2                                                     | Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                   |                 |                 |                   |                  |                   |
|                                                       | keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                   |                 |                 |                   |                  |                   |
| 3                                                     | Teilnahmevoraussetzungen:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                   |                 |                 |                   |                  |                   |
|                                                       | Empfohlen: Mathematik 1-3 (Bachelorstudium)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                   |                 |                 |                   |                  |                   |
| 4                                                     | Inhalte:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                   |                 |                 |                   |                  |                   |
|                                                       | <i>Inhalte der Lehrveranstaltung Mathematik 4 (Numerische Methoden):</i><br>Numerische Methoden, wie z.B. <ul style="list-style-type: none"><li>• Direkte und iterative Lösungsverfahren für lineare Gleichungssysteme</li><li>• Iteratives Lösen nichtlinearer Gleichungssysteme</li><li>• Verfahren für Eigenwert- und Eigenvektorberechnung</li><li>• Polynominterpolation und numerische Quadratur</li><li>• Integrationsverfahren für gewöhnliche Differentialgleichungen (Anfangswertprobleme)</li><li>• Numerische Lösung partieller Differentialgleichungen, Grundlagen der Methode der finiten Differenzen bzw. finiten Elemente</li></ul> |                                                   |                 |                 |                   |                  |                   |

## 2 Pflichtmodule

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                     |                          |                                     |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|--------------------------|-------------------------------------|
| 5  | <b>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:</b><br><br>Die Studierenden kennen 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. |                     |                          |                                     |
| 6  | <b>Prüfungsleistung:</b><br><input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP) <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP) <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)                                                                                                                                                                          |                     |                          |                                     |
|    | zu                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <b>Prüfungsform</b> | <b>Dauer bzw. Umfang</b> | <b>Gewichtung für die Modulnote</b> |
|    | a)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Klausur             | 60 - 120 Min.            | 100%                                |
|    | Die Studierenden stellen für ein gegebenes Problem ein adäquates numerisches Verfahren auf. Sie vergleichen verschiedene numerische Verfahren.                                                                                                                                                                                                                    |                     |                          |                                     |
| 7  | <b>Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:</b><br>keine / none                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                     |                          |                                     |
| 8  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:</b><br>keine / none                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                     |                          |                                     |
| 9  | <b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten:</b><br>Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.                                                                                                                                                                                                            |                     |                          |                                     |
| 10 | <b>Gewichtung für Gesamtnote:</b><br>Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).                                                                                                                                                                                                                                                  |                     |                          |                                     |
| 11 | <b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:</b><br>keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                     |                          |                                     |
| 12 | <b>Modulbeauftragte/r:</b><br>Prof. Dr. Hans-Joachim Schmid                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                     |                          |                                     |
| 13 | <b>Sonstige Hinweise:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                     |                          |                                     |

## 2.2 Pflichtmodul 2: Chemische und biologische Verfahrenstechnik

| Chemische und biologische Verfahrenstechnik |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                 |                        |                          |                         |                          |  |
|---------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|--|
| Chemical and biological process engineering |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                 |                        |                          |                         |                          |  |
| <b>Modulnummer:</b>                         | <b>Workload (h):</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <b>LP:</b>      | <b>Studiensem.:</b>    | <b>Turnus:</b>           | <b>Dauer (in Sem.):</b> | <b>Sprache:</b>          |  |
| M.104.6130                                  | 240                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 8               | 1./3. Semester         | Wintersemester           | 1                       | de                       |  |
| 1                                           | <b>Modulstruktur:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                 |                        |                          |                         |                          |  |
|                                             | <b>Lehrveranstaltung</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <b>Lehrform</b> | <b>Kontaktzeit (h)</b> | <b>Selbststudium (h)</b> | <b>Status (P/WP)</b>    | <b>Gruppengröße (TN)</b> |  |
| a)                                          | L.032.46105<br>Grundlagen der biologischen Verfahrenstechnik                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | V2<br>Ü1,<br>WS | 45                     | 75                       | P                       | 50 - 100                 |  |
| b)                                          | L.032.43140<br>Chemische Verfahrenstechnik 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | V2<br>Ü1,<br>WS | 45                     | 75                       | P                       | 50 - 100                 |  |
| 2                                           | <b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                 |                        |                          |                         |                          |  |
|                                             | keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                 |                        |                          |                         |                          |  |
| 3                                           | <b>Teilnahmevoraussetzungen:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                 |                        |                          |                         |                          |  |
|                                             | Empfohlen: Chemische Verfahrenstechnik1: Grundlagen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                 |                        |                          |                         |                          |  |
|                                             | <i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Chemische Verfahrenstechnik 2:</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                 |                        |                          |                         |                          |  |
|                                             | empfohlen: Chemische Verfahrenstechnik 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                 |                        |                          |                         |                          |  |
| 4                                           | <b>Inhalte:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                 |                        |                          |                         |                          |  |
|                                             | <i>Inhalte der Lehrveranstaltung Grundlagen der biologischen Verfahrenstechnik:</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                 |                        |                          |                         |                          |  |
|                                             | <ul style="list-style-type: none"><li>• Einführung in die Bioverfahrenstechnik</li><li>• Mikrobiologische Grundlagen (Systematik Protisten, Nährstoffansprüche von Mikroorganismen, Grundbausteine zellulärer Makromoleküle, Stoffwechseltypen)</li><li>• Enzymkinetik (Michaelis-Menten-Kinetik, Einfluss der Milieubedingungen, Inhibierungen)</li><li>• Physiologie des Wachstums von Mikroorganismen</li><li>• Grundtypen der Prozessführung und Bilanzierung biotechnischer Prozesse (Monod-Modell)</li><li>• Bioreaktortechnik (Klassifizierung von Bioreaktoren, Leistungs- und Sauerstoffeintrag, Submers- und Immobilisationsverfahren)</li><li>• Steriltechnik (thermische Verfahren, chemische Verfahren, Strahlensterilisation, Sterilfiltration, apparative Besonderheiten zur Aufrechterhaltung von Sterilität in Bioreaktoren)</li></ul> |                 |                        |                          |                         |                          |  |

## 2 Pflichtmodule

|    | <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Chemische Verfahrenstechnik 2:</i></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Modelle realer Reaktoren (Verweilzeitverhalten, Kaskadenmodell, Dispersionsmodell)</li><li>• Bilanzierung realer Reaktoren</li><li>• Adsorption (Isothermen nach Langmuir, Freundlich, BET)</li><li>• heterogene Makrokinetik gas/fest (katalytische Reaktionen an porösen Festkörpern, Poren-nutzungskonzept)</li><li>• heterogene Makrokinetik gas/flüssig (Stoffübergang ohne und mit chemischer Reaktion, Zweifilmmodell)</li><li>• Kopplung von Massen- und Wärmebilanz bei nicht-isothermen Reaktoren</li><li>• Auslegung adiabater Reaktoren bei endothermen und exothermen irreversiblen Reaktionen</li><li>• Stabilitätsverhalten chemischer Reaktoren</li><li>• Exotherme Gleichgewichtsreaktionen und Kühlstrategien</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                            |                              |                   |                              |    |                                |                            |      |    |                                |                            |      |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|------------------------------|-------------------|------------------------------|----|--------------------------------|----------------------------|------|----|--------------------------------|----------------------------|------|
| 5  | <p><b>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:</b></p> <p>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.</p> <p>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.</p> |                            |                              |                   |                              |    |                                |                            |      |    |                                |                            |      |
| 6  | <p><b>Prüfungsleistung:</b></p> <p><input type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP)      <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP)      <input checked="" type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)</p> <table><tr><th>zu</th><th>Prüfungsform</th><th>Dauer bzw. Umfang</th><th>Gewichtung für die Modulnote</th></tr><tr><td>a)</td><td>Klausur oder mündliche Prüfung</td><td>120 Min. oder 30 - 45 Min.</td><td>50 %</td></tr><tr><td>b)</td><td>Klausur oder mündliche Prüfung</td><td>120 Min. oder 30 - 45 Min.</td><td>50 %</td></tr></table>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 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 % |
| 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  | <p><b>Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:</b></p> <p>keine / none</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                            |                              |                   |                              |    |                                |                            |      |    |                                |                            |      |
| 8  | <p><b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:</b></p> <p>keine / none</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                            |                              |                   |                              |    |                                |                            |      |    |                                |                            |      |
| 9  | <p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten:</b></p> <p>Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                            |                              |                   |                              |    |                                |                            |      |    |                                |                            |      |

## 2 Pflichtmodule

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

## 2.3 Pflichtmodul 3: Verfahrenstechnische Unit Operations

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

## 2 Pflichtmodule

|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4 | <p><b>Inhalte:</b></p> <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Mechanische Verfahrenstechnik 2:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Trennen <ul style="list-style-type: none"> <li>• Beschreibung von Trennprozessen</li> <li>• Sortier- und Klassierprozesse von Feststoffen</li> <li>• Abscheiden von Feststoffen aus Gasen (Zyklone, Tiefenfilter, Oberflächenfilter, Elektrofilter, Wäscher)</li> <li>• Abscheiden von Feststoffen aus Flüssigkeiten (Filter, Zentrifugen, Dekanter)</li> </ul> </li> <li>2. Mischen von Flüssigkeiten <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bauarten von dynamischen Mischern</li> <li>• Ne-Re-Diagramm, Mischgüte-Re-Diagramm</li> <li>• Hochviskos-Mischen, Statisches Mischen</li> </ul> </li> <li>3. Feststoff - Zerkleinerung <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bruchmechanische Grundlagen</li> <li>• Zerstörung von Einzelpartikeln</li> <li>• Zerkleinerung im Gutbett</li> <li>• Zerkleinerungsgesetze</li> <li>• Zerkleinerungsmaschinen, Funktionen und Einsatzgebiete</li> <li>• Nass- und Kaltzerkleinerung</li> </ul> </li> </ol> <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Thermische Verfahrenstechnik 2:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Zusammenfassung der Grundlagen aus TV I</li> <li>2. Absorption (Teil 2)</li> <li>3. Rektifikation (Teil 2)</li> <li>4. Verdampfung, Eindampfen, Kondensation</li> <li>5. Extraktion (Teil 2)</li> <li>6. Adsorption (Teil 2)</li> <li>7. Membranverfahren</li> </ol> |
| 5 | <p><b>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:</b></p> <p>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.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |

## 2 Pflichtmodule

|    |                                                                                                                                                                                                         |                                |                                        |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|----------------------------------------|
| 6  | <b>Prüfungsleistung:</b><br><input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP) <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP) <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)                |                                |                                        |
|    | zu                                                                                                                                                                                                      | <b>Prüfungsform</b>            | <b>Dauer bzw. Umfang</b>               |
|    | a) -<br>b)                                                                                                                                                                                              | Klausur oder mündliche Prüfung | 180 - 240 Minuten oder 45 - 60 Minuten |
|    | Gewichtung für die Modulnote                                                                                                                                                                            |                                |                                        |
|    | 100%                                                                                                                                                                                                    |                                |                                        |
|    | In der Prüfung sollen die Studierenden für exemplarische Problemstellungen die zugrundeliegenden Elementarprozesse erläutern sowie geeignete Verfahren und Apparate auswählen und grundlegend auslegen. |                                |                                        |
| 7  | <b>Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:</b><br>keine / none                                                                                                                                       |                                |                                        |
| 8  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:</b><br>keine / none                                                                                                                                  |                                |                                        |
| 9  | <b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten:</b><br>Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.                                                  |                                |                                        |
| 10 | <b>Gewichtung für Gesamtnote:</b><br>Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).                                                                                        |                                |                                        |
| 11 | <b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:</b><br>Masterstudiengang Chemieingenieurwesen, Masterstudiengang Maschinenbau                                                                        |                                |                                        |
| 12 | <b>Modulbeauftragte/r:</b><br>Prof. Dr.-Ing. Julia Riese                                                                                                                                                |                                |                                        |
| 13 | <b>Sonstige Hinweise:</b>                                                                                                                                                                               |                                |                                        |

## 2.4 Pflichtmodul 4: Ausgewählte Themen der physikalischen Chemie für CIW

| Ausgewählte Themen der physikalischen Chemie für CIW |                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |               |     |              |                 |                   |               |                   |
|------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-----|--------------|-----------------|-------------------|---------------|-------------------|
| Selected topics in physical chemistry for CIW        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |               |     |              |                 |                   |               |                   |
| Modulnummer:                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Workload (h): | LP: | Studiensem.: | Turnus:         | Dauer (in Sem.):  | Sprache:      |                   |
| M.104.6140                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 120           | 4   | 2. Semester  | Sommersemester  | 1                 | de            |                   |
| 1                                                    | Modulstruktur:                                                                                                                                                                                                                                                                                   |               |     |              |                 |                   |               |                   |
|                                                      | Lehrveranstaltung                                                                                                                                                                                                                                                                                |               |     | Lehrform     | Kontaktzeit (h) | Selbststudium (h) | Status (P/WP) | Gruppengröße (TN) |
|                                                      | a) L.032.31402<br>Ausgewählte Themen der physikalischen Chemie für CIW                                                                                                                                                                                                                           |               |     | V2<br>Ü1, SS | 45              | 75                | P             | 25 - 50           |
| 2                                                    | Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:                                                                                                                                                                                                                                                          |               |     |              |                 |                   |               |                   |
|                                                      | keine                                                                                                                                                                                                                                                                                            |               |     |              |                 |                   |               |                   |
| 3                                                    | Teilnahmevoraussetzungen:                                                                                                                                                                                                                                                                        |               |     |              |                 |                   |               |                   |
|                                                      | Empfohlen: Allgemeine Chemie für Chemieingenieurwesen, Mathematik, Physik                                                                                                                                                                                                                        |               |     |              |                 |                   |               |                   |
|                                                      | Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Ausgewählte Themen der physikalischen Chemie für CIW:                                                                                                                                                                                             |               |     |              |                 |                   |               |                   |
|                                                      | Grundlagen der Mathematik (lineare Algebra und Analysis)                                                                                                                                                                                                                                         |               |     |              |                 |                   |               |                   |
| 4                                                    | Inhalte:                                                                                                                                                                                                                                                                                         |               |     |              |                 |                   |               |                   |
|                                                      | Inhalte der Lehrveranstaltung Ausgewählte Themen der physikalischen Chemie für CIW:                                                                                                                                                                                                              |               |     |              |                 |                   |               |                   |
|                                                      | Kinetische Gastheorie, Grenzen der klassischen Physik, Welle/Teilchen-Dualismus, Wellenfunktion, Schrödinger- Gleichung, Teilchen im Kasten, Eigenwerte und Erwartungswerte, harmonischer Oszillator, starrer Rotator, Molekülspektroskopie, Wasserstoffatom und andere Atome, chemische Bindung |               |     |              |                 |                   |               |                   |
| 5                                                    | Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:                                                                                                                                                                                                                                                |               |     |              |                 |                   |               |                   |
|                                                      | Die Studierenden verstehen den mikroskopischen Aufbau der Materie sowie deren physikochemische Beschreibung – die Quantenchemie - in Grundzügen und Anwendungen (u.a. Spektroskopie) und können diese Zusammenhänge erläutern und analysieren.                                                   |               |     |              |                 |                   |               |                   |

## 2 Pflichtmodule

|    |                                                                                                                                                                                          |                     |                          |                                     |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|--------------------------|-------------------------------------|
| 6  | <b>Prüfungsleistung:</b><br><input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP) <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP) <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP) |                     |                          |                                     |
|    | zu                                                                                                                                                                                       | <b>Prüfungsform</b> | <b>Dauer bzw. Umfang</b> | <b>Gewichtung für die Modulnote</b> |
|    | a)                                                                                                                                                                                       | Klausur             | 120 Min.                 | 100%                                |
| 7  | <b>Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:</b><br>keine / none                                                                                                                        |                     |                          |                                     |
| 8  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:</b><br>keine / none                                                                                                                   |                     |                          |                                     |
| 9  | <b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten:</b><br>Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.                                   |                     |                          |                                     |
| 10 | <b>Gewichtung für Gesamtnote:</b><br>Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).                                                                         |                     |                          |                                     |
| 11 | <b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:</b><br>keine                                                                                                                          |                     |                          |                                     |
| 12 | <b>Modulbeauftragte/r:</b>                                                                                                                                                               |                     |                          |                                     |
| 13 | <b>Sonstige Hinweise:</b>                                                                                                                                                                |                     |                          |                                     |

## 3 Basismodule

### 3.1 Vertiefungsrichtung Verfahrenstechnik

| Mehrphasenprozesstechnik |                                                                                                                                     |                                   |                     |                        |                          |                      |                          |
|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|------------------------|--------------------------|----------------------|--------------------------|
| Multiphase processes     |                                                                                                                                     |                                   |                     |                        |                          |                      |                          |
| <b>Modulnummer:</b>      | <b>Workload (h):</b>                                                                                                                | <b>LP:</b>                        | <b>Studiensem.:</b> | <b>Turnus:</b>         | <b>Dauer (in Sem.):</b>  | <b>Sprache:</b>      |                          |
| M.104.7202               | 240                                                                                                                                 | 8                                 | 1.-3. Semester      | Wintersemester         | 1                        | de                   |                          |
| 1                        | <b>Modulstruktur:</b>                                                                                                               |                                   |                     |                        |                          |                      |                          |
|                          | <b>Lehrveranstaltung</b>                                                                                                            |                                   | <b>Lehrform</b>     | <b>Kontaktzeit (h)</b> | <b>Selbststudium (h)</b> | <b>Status (P/WP)</b> | <b>Gruppengröße (TN)</b> |
|                          | a)                                                                                                                                  | L.104.31274<br>Prozessdesign      | V2<br>Ü1,<br>WS     | 45                     | 75                       | P                    | 10-30                    |
|                          | b)                                                                                                                                  | L.104.32410<br>Mehrphasenströmung | V2<br>Ü1,<br>WS     | 45                     | 75                       | P                    | 10-30                    |
| 2                        | <b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b>                                                                                      |                                   |                     |                        |                          |                      |                          |
|                          | keine                                                                                                                               |                                   |                     |                        |                          |                      |                          |
| 3                        | <b>Teilnahmevoraussetzungen:</b>                                                                                                    |                                   |                     |                        |                          |                      |                          |
|                          | Empfohlen: Thermische Verfahrenstechnik 1: Grundlagen, Mechanische Verfahrenstechnik I: Grundlagen, Fluidodynamik, Wärmeübertragung |                                   |                     |                        |                          |                      |                          |
|                          | <i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Prozessdesign:</i>                                                                |                                   |                     |                        |                          |                      |                          |
|                          | Empfohlen: Thermische Verfahrenstechnik 1, Thermische Verfahrenstechnik 2, Wärmeübertragung, Stoffübertragung, Reaktionstechnik     |                                   |                     |                        |                          |                      |                          |

|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4 | <p><b>Inhalte:</b></p> <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Prozessdesign:</i></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Entwicklung eines chemischen Prozesses</li><li>2. Prozesssynthese</li><li>3. Reaktorauswahl</li><li>4. Aufbau von Trennsequenzen<ul style="list-style-type: none"><li>• Heuristiken zur Auswahl von Trennoperationen</li><li>• Schaltungen</li><li>• Heuristiken zur Festlegung von Trennsequenzen</li><li>• Beispiele</li><li>• Synthese von Rektifikationsprozessen</li><li>• Hybridprozesse</li></ul></li><li>5. Wärme-/Energieintegration</li><li>6. Prozessfließbild und R&amp;I-Fließbild</li><li>7. Kostenschätzung und Investitionsrechnung</li></ol> <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Mehrphasenströmung:</i></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Einführung und Begriffsdefinitionen</li><li>2. Verdünnte Mehrphasenströmungen<ul style="list-style-type: none"><li>• Bewegung von Einzelpartikeln (Kräfte, instationäre Bewegung)</li><li>• Modellierung bei niedrigen Konzentrationen</li></ul></li><li>3. Konzentrierte Mehrphasenströmungen<ul style="list-style-type: none"><li>• Wirbelschicht</li><li>• Pneumatische Förderung)</li><li>• Modellierung bei hohen Konzentrationen</li></ul></li><li>4. Messung in Mehrphasenströmungen<ul style="list-style-type: none"><li>• Partikelkonzentration</li><li>• Partikel- und Fluidgeschwindigkeit</li><li>• Partikelgrößenverteilung</li></ul></li></ol> |
|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

| 5          | <b>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:</b><br><p>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&amp;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.</p> |                                        |                              |                   |                              |            |                                |                                        |      |                                                                                                                                                                                                         |  |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|------------------------------|-------------------|------------------------------|------------|--------------------------------|----------------------------------------|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| 6          | <b>Prüfungsleistung:</b><br><input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP) <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP) <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                        |                              |                   |                              |            |                                |                                        |      |                                                                                                                                                                                                         |  |
|            | <table border="1"> <thead> <tr> <th>zu</th><th>Prüfungsform</th><th>Dauer bzw. Umfang</th><th>Gewichtung für die Modulnote</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a) -<br/>b)</td><td>Klausur oder mündliche Prüfung</td><td>180 - 240 Minuten oder 45 - 60 Minuten</td><td>100%</td></tr> </tbody> </table>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | zu                                     | Prüfungsform                 | Dauer bzw. Umfang | Gewichtung für die Modulnote | a) -<br>b) | Klausur oder mündliche Prüfung | 180 - 240 Minuten oder 45 - 60 Minuten | 100% | <p>In der Prüfung sollen die Studierenden für exemplarische Problemstellungen die Grundlagen und Zusammenhänge erläutern sowie geeignete Verfahren und Apparate auswählen und grundlegend auslegen.</p> |  |
| zu         | Prüfungsform                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Dauer bzw. Umfang                      | Gewichtung für die Modulnote |                   |                              |            |                                |                                        |      |                                                                                                                                                                                                         |  |
| a) -<br>b) | Klausur oder mündliche Prüfung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 180 - 240 Minuten oder 45 - 60 Minuten | 100%                         |                   |                              |            |                                |                                        |      |                                                                                                                                                                                                         |  |
| 7          | <b>Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:</b><br>keine / none                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                        |                              |                   |                              |            |                                |                                        |      |                                                                                                                                                                                                         |  |
| 8          | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:</b><br>keine / none                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                        |                              |                   |                              |            |                                |                                        |      |                                                                                                                                                                                                         |  |
| 9          | <b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten:</b><br>Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                        |                              |                   |                              |            |                                |                                        |      |                                                                                                                                                                                                         |  |
| 10         | <b>Gewichtung für Gesamtnote:</b><br>Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                        |                              |                   |                              |            |                                |                                        |      |                                                                                                                                                                                                         |  |
| 11         | <b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:</b><br>Masterstudiengang Chemieingenieurwesen, Masterstudiengang Maschinenbau                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                        |                              |                   |                              |            |                                |                                        |      |                                                                                                                                                                                                         |  |
| 12         | <b>Modulbeauftragte/r:</b><br>Prof. Dr. Hans-Joachim Schmid, Prof. Dr.-Ing. Julia Riese                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                        |                              |                   |                              |            |                                |                                        |      |                                                                                                                                                                                                         |  |
| 13         | <b>Sonstige Hinweise:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                        |                              |                   |                              |            |                                |                                        |      |                                                                                                                                                                                                         |  |

| Prozessintensivierung und -simulation |                                                                                      |                 |                        |                          |                         |                          |  |
|---------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|--|
| Chemical engineering processes        |                                                                                      |                 |                        |                          |                         |                          |  |
| <b>Modulnummer:</b>                   | <b>Workload (h):</b>                                                                 | <b>LP:</b>      | <b>Studiensem.:</b>    | <b>Turnus:</b>           | <b>Dauer (in Sem.):</b> | <b>Sprache:</b>          |  |
| M.104.7329                            | 240                                                                                  | 8               | 1.-3. Semester         | Sommersemester           | 1                       | de / en                  |  |
| 1                                     | <b>Modulstruktur:</b>                                                                |                 |                        |                          |                         |                          |  |
|                                       | <b>Lehrveranstaltung</b>                                                             | <b>Lehrform</b> | <b>Kontaktzeit (h)</b> | <b>Selbststudium (h)</b> | <b>Status (P/WP)</b>    | <b>Gruppengröße (TN)</b> |  |
| a)                                    | L.104.31280<br>Prozessintensivierung in der Verfahrenstechnik                        | V2<br>Ü1, SS    | 45                     | 75                       | P                       | 20 - 40                  |  |
| b)                                    | L.104.32255<br>Process modelling and simulation                                      | V1<br>Ü3, SS    | 45                     | 75                       | P                       | 20 - 40                  |  |
| 2                                     | <b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b>                                       |                 |                        |                          |                         |                          |  |
|                                       | keine                                                                                |                 |                        |                          |                         |                          |  |
| 3                                     | <b>Teilnahmevoraussetzungen:</b>                                                     |                 |                        |                          |                         |                          |  |
|                                       | keine / none                                                                         |                 |                        |                          |                         |                          |  |
| 4                                     | <b>Inhalte:</b>                                                                      |                 |                        |                          |                         |                          |  |
|                                       | <i>Inhalte der Lehrveranstaltung Prozessintensivierung in der Verfahrenstechnik:</i> |                 |                        |                          |                         |                          |  |
|                                       | 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)                         |                 |                        |                          |                         |                          |  |

### 3 Basismodule

|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   | <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Process modelling and simulation:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Grundlagen der modernen Modellierungsmethoden</li> <li>2. Fluide Prozesse (AspenTech Aspen Plus) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einleitung in die Software Aspen Plus</li> <li>• Auswahl und Anwendung von Stoffdatenmodellen</li> <li>• Simulation von typischen Problemen aus der Verfahrenstechnik</li> <li>• Kolonnendesign</li> <li>• Wärmeübertragung</li> <li>• Reaktionen</li> </ul> </li> <li>3. Feststoffprozesse (AspenTech, Aspen Plus, Parsival, DyssolTec) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Besonderheit von Feststoffprozessen</li> <li>• Beschreibung verteilter Größen</li> <li>• Exemplarische Simulation von komplexen Feststoffprozessen</li> <li>• Modellierung und Simulation mittels Populationsbilanzen</li> </ul> </li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 5 | <p><b>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:</b></p> <p>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.</p> |

### 3 Basismodule

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                         |                          |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|--------------------------|
| 6  | <b>Prüfungsleistung:</b><br><input type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP) <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP) <input checked="" type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                         |                          |
|    | zu                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <b>Prüfungsform</b>     | <b>Dauer bzw. Umfang</b> |
|    | a)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | mündliche Prüfung       | 30-45 Minuten            |
|    | b)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Gesamtheit der Versuche | 50 %; s.u.               |
|    | <p>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.</p> <p>In der Prüfung sollen die Studierenden für exemplarische Problemstellungen die zugrundeliegenden Elementarprozesse erläutern sowie geeignete Verfahren und Apparate auswählen und grundlegend auslegen.</p> |                         |                          |
| 7  | <b>Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:</b><br>keine / none                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                         |                          |
| 8  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:</b><br>keine / none                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                         |                          |
| 9  | <b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten:</b><br>Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulteilprüfungen bestanden sind.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                         |                          |
| 10 | <b>Gewichtung für Gesamtnote:</b><br>Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                         |                          |
| 11 | <b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:</b><br>Masterstudiengang Chemieingenieurwesen, Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                         |                          |
| 12 | <b>Modulbeauftragte/r:</b><br>Prof. Dr. Hans-Joachim Schmid                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                         |                          |
| 13 | <b>Sonstige Hinweise:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                         |                          |

### 3.2 Vertiefungsrichtung 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<br>Grundlagen der Nanotechnologie |     | V2<br>Ü1,<br>SS | 45              | 75                | P             | 20 - 40           |
|                 | b)                                                                                                                                             | L.104.32232<br>Angewandte Nanotechnologie     |     | V2<br>Ü1,<br>SS | 45              | 75                | P             | 20 - 40           |
| 2               | Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:                                                                                                        |                                               |     |                 |                 |                   |               |                   |
|                 | keine                                                                                                                                          |                                               |     |                 |                 |                   |               |                   |
| 3               | Teilnahmevoraussetzungen:                                                                                                                      |                                               |     |                 |                 |                   |               |                   |
|                 | Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Angewandte Nanotechnologie:<br>Empfohlen: Besuch der Vorlesung ‘Grundlagen der Nanotechnologie’ |                                               |     |                 |                 |                   |               |                   |

| 4          | <p><b>Inhalte:</b></p> <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Grundlagen der Nanotechnologie:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Einführung</li> <li>2. Physikalische Phänomene <ul style="list-style-type: none"> <li>• Oberfläche</li> <li>• Oberflächenenergie</li> <li>• Elektronische Eigenschaften</li> <li>• Optische Eigenschaften</li> <li>• Magnetische Eigenschaften</li> <li>• Partikel-Wechselwirkung</li> </ul> </li> <li>3. Herstellungsverfahren nanoskaliger Strukturen <ul style="list-style-type: none"> <li>• Top-Down</li> <li>• Bottom-Up</li> </ul> </li> <li>4. Charakterisierung nanoskaliger Strukturen <ul style="list-style-type: none"> <li>• Abbildende Methoden</li> <li>• Sonstige Methoden</li> </ul> </li> <li>5. Nanoprodukte und Gesundheit</li> <li>6. Grüne Nanotechnologie</li> <li>7. Ausgewählte Anwendungen</li> </ol> <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Angewandte Nanotechnologie:</i><br/>Nanotechnologie in aktuellen Anwendungen<br/>Prozesse der Nanotechnologie</p> |                                     |                              |    |              |                   |                              |            |                                |                                     |      |
|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------|----|--------------|-------------------|------------------------------|------------|--------------------------------|-------------------------------------|------|
| 5          | <p><b>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:</b></p> <p>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 dispersen 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.</p>                                                                                                                                          |                                     |                              |    |              |                   |                              |            |                                |                                     |      |
| 6          | <p><b>Prüfungsleistung:</b></p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP)      <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP)      <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>zu</th><th>Prüfungsform</th><th>Dauer bzw. Umfang</th><th>Gewichtung für die Modulnote</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a) -<br/>b)</td><td>Klausur oder mündliche Prüfung</td><td>180 - 240 Min.<br/>oder 45 - 60 Min.</td><td>100%</td></tr> </tbody> </table>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                     |                              | zu | Prüfungsform | Dauer bzw. Umfang | Gewichtung für die Modulnote | a) -<br>b) | Klausur oder mündliche Prüfung | 180 - 240 Min.<br>oder 45 - 60 Min. | 100% |
| zu         | Prüfungsform                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Dauer bzw. Umfang                   | Gewichtung für die Modulnote |    |              |                   |                              |            |                                |                                     |      |
| a) -<br>b) | Klausur oder mündliche Prüfung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 180 - 240 Min.<br>oder 45 - 60 Min. | 100%                         |    |              |                   |                              |            |                                |                                     |      |

### 3 Basismodule

|    |                                                                                                                                                        |             |                          |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|--------------------------|
| 7  | <b>Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:</b>                                                                                                      |             |                          |
|    | zu                                                                                                                                                     | <b>Form</b> | <b>Dauer bzw. Umfang</b> |
|    | a)                                                                                                                                                     | Referat     | 10-20 Minuten            |
|    | b)                                                                                                                                                     |             |                          |
| 8  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:</b><br>Nachweis der Studienleistung.                                                                |             |                          |
| 9  | <b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten:</b><br>Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist. |             |                          |
| 10 | <b>Gewichtung für Gesamtnote:</b><br>Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).                                       |             |                          |
| 11 | <b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:</b><br>Masterstudiengang Chemieingenieurwesen                                                       |             |                          |
| 12 | <b>Modulbeauftragte/r:</b><br>Prof. Dr. Hans-Joachim Schmid                                                                                            |             |                          |
| 13 | <b>Sonstige Hinweise:</b>                                                                                                                              |             |                          |

### 3 Basismodule

| Partikeltechnik     |                                                                                                                                                                               |                                                    |                     |                        |                          |                      |                          |
|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|---------------------|------------------------|--------------------------|----------------------|--------------------------|
| Particle technology |                                                                                                                                                                               |                                                    |                     |                        |                          |                      |                          |
| <b>Modulnummer:</b> | <b>Workload (h):</b>                                                                                                                                                          | <b>LP:</b>                                         | <b>Studiensem.:</b> | <b>Turnus:</b>         | <b>Dauer (in Sem.):</b>  | <b>Sprache:</b>      |                          |
| M.104.7322          | 240                                                                                                                                                                           | 8                                                  | 1.-3. Semester      | Wintersemester         | 1                        | de / en              |                          |
| 1                   | <b>Modulstruktur:</b>                                                                                                                                                         |                                                    |                     |                        |                          |                      |                          |
|                     |                                                                                                                                                                               | <b>Lehrveranstaltung</b>                           | <b>Lehrform</b>     | <b>Kontaktzeit (h)</b> | <b>Selbststudium (h)</b> | <b>Status (P/WP)</b> | <b>Gruppengröße (TN)</b> |
|                     | a)                                                                                                                                                                            | L.104.32276<br>Produktanalyse                      | V2, WS              | 30                     | 45                       | P                    | 20 - 40                  |
|                     | b)                                                                                                                                                                            | L.104.32576<br>Produktanalyse Praktikum            | P1, WS              | 15                     | 30                       | P                    | 20-40                    |
|                     | c)                                                                                                                                                                            | L.104.32231<br>Particle Synthesis                  | V2<br>Ü0,5, WS      | 37                     | 60                       | P                    | 20 - 40                  |
|                     | d)                                                                                                                                                                            | L.104.32531<br>Particle Synthesis Practical Course | P 0,5, WS           | 8                      | 15                       | P                    | 20-40                    |
| 2                   | <b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b>                                                                                                                                |                                                    |                     |                        |                          |                      |                          |
|                     | keine                                                                                                                                                                         |                                                    |                     |                        |                          |                      |                          |
| 3                   | <b>Teilnahmevoraussetzungen:</b>                                                                                                                                              |                                                    |                     |                        |                          |                      |                          |
|                     | Empfohlen: a) Grundlagen der mechanischen Verfahrenstechnik b) Mechanische Verfahrenstechnik I: Grundlagen, Wärmeübertragung, Stoffübertragung, Chemische Verfahrenstechnik I |                                                    |                     |                        |                          |                      |                          |

|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4 | <p><b>Inhalte:</b></p> <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Produktanalyse:</i></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Charakterisierung von Messproblem und Messverfahren</li><li>2. Probenahme</li><li>3. Transportverluste</li><li>4. Moderne Verfahren zur Partikelgrößenanalyse<ul style="list-style-type: none"><li>• Bildanalyse (Licht- u. Elektronenmikroskopie)</li><li>• Nanoskalige Aerosole: SMPS-Verfahren</li><li>• Lichtstreuung an Einzelpartikeln und am Kollektiv</li><li>• Kolloide: Dynamische Lichtstreuung</li></ul></li><li>5. Rückrechnung der Größenverteilung bei Kollektivmessverfahren (Inversion)</li><li>6. Charakterisierung sonstiger Partikeleigenschaften<ul style="list-style-type: none"><li>• Oberfläche und Porosität</li><li>• Zeta-Potential</li></ul></li><li>7. Online Messtechnik</li></ol> <p>Praktikum: 1. Statische Lichtstreuung an Einzelpartikeln 2. Scanning Mobility Particle Sizing</p> <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Particle Synthesis:</i></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Relevante Elementarprozesse<ul style="list-style-type: none"><li>• Homogene Keimbildung</li><li>• Heterogene Keimbildung</li><li>• Agglomeration</li><li>• Bruch</li><li>• Wachstum</li><li>• Sintern</li><li>• Ostwald-Reifung</li></ul></li><li>2. Nasschemische Partikelsynthese<ul style="list-style-type: none"><li>• Fällung</li><li>• Kristallisation</li></ul></li><li>3. Gasphasensynthese<ul style="list-style-type: none"><li>• Heißwandreaktor</li><li>• Flammensynthese</li><li>• Plasmareaktor</li><li>• Laserverdampfung</li></ul></li></ol> |
|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

| 5  | <b>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:</b><br><br>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  | <b>Prüfungsleistung:</b><br><input type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP) <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP) <input checked="" type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                   |                              |                   |                              |    |                                |  |      |    |                         |  |      |    |                                |  |      |    |                         |  |      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  |
|    | <table border="1"> <thead> <tr> <th>zu</th><th>Prüfungsform</th><th>Dauer bzw. Umfang</th><th>Gewichtung für die Modulnote</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a)</td><td>Klausur oder mündliche Prüfung</td><td></td><td>S.U.</td></tr> <tr> <td>b)</td><td>Gesamtheit der Versuche</td><td></td><td>S.U.</td></tr> <tr> <td>c)</td><td>Klausur oder mündliche Prüfung</td><td></td><td>S.U.</td></tr> <tr> <td>d)</td><td>Gesamtheit der Versuche</td><td></td><td>S.U.</td></tr> </tbody> </table>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 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. |  |
| 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.                         |                   |                              |    |                                |  |      |    |                         |  |      |    |                                |  |      |    |                         |  |      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  |
| 7  | <b>Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:</b><br>keine / none                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                   |                              |                   |                              |    |                                |  |      |    |                         |  |      |    |                                |  |      |    |                         |  |      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  |
| 8  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:</b><br>keine / none                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                   |                              |                   |                              |    |                                |  |      |    |                         |  |      |    |                                |  |      |    |                         |  |      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  |
| 9  | <b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten:</b><br>Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulteilprüfungen bestanden sind.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                   |                              |                   |                              |    |                                |  |      |    |                         |  |      |    |                                |  |      |    |                         |  |      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  |

### 3 Basismodule

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

### 3.3 Vertiefungsrichtung Kunststofftechnik

| Mehrkomponentige Kunststoffbauteile – Herstellen und Fügen |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                 |                        |                          |                         |                          |  |
|------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|--|
| Multi component parts - manufacturing and joining          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                 |                        |                          |                         |                          |  |
| <b>Modulnummer:</b>                                        | <b>Workload (h):</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <b>LP:</b>      | <b>Studiensem.:</b>    | <b>Turnus:</b>           | <b>Dauer (in Sem.):</b> | <b>Sprache:</b>          |  |
| M.104.7208                                                 | 240                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 8               | 1.-3. Semester         | Wintersemester           | 1                       | de                       |  |
| 1                                                          | <b>Modulstruktur:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                 |                        |                          |                         |                          |  |
|                                                            | <b>Lehrveranstaltung</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <b>Lehrform</b> | <b>Kontaktzeit (h)</b> | <b>Selbststudium (h)</b> | <b>Status (P/WP)</b>    | <b>Gruppengröße (TN)</b> |  |
| a)                                                         | L.104.41280<br>Fügen von Kunststoffen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | V2<br>Ü1,<br>WS | 45                     | 75                       | P                       | 40-60                    |  |
| b)                                                         | L.104.41295<br>Mehrkomponententechnik                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | V2<br>Ü1,<br>WS | 45                     | 75                       | P                       | 40-60                    |  |
| 2                                                          | <b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                 |                        |                          |                         |                          |  |
|                                                            | keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                 |                        |                          |                         |                          |  |
| 3                                                          | <b>Teilnahmevoraussetzungen:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                 |                        |                          |                         |                          |  |
|                                                            | Empfohlen: Grundlagen der Verfahrenstechnik und der Kunststoffverarbeitung, Standardverfahren Spritzgießen, Standardverfahren Extrusion                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                 |                        |                          |                         |                          |  |
| 4                                                          | <b>Inhalte:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                 |                        |                          |                         |                          |  |
|                                                            | <i>Inhalte der Lehrveranstaltung Fügen von Kunststoffen:</i><br>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: |                 |                        |                          |                         |                          |  |
|                                                            | <ul style="list-style-type: none"><li>• Adhäsion: Grundlagen der Haftung</li><li>• Schweißen: Schweißen mit Erwärmung durch Kontakt, Ultraschallschweißen, Reibschweißen, Schweißen mit Erwärmung durch Strahlung, Schweißen mit Erwärmung im elektromagnetischen Feld, sonstige Schweißverfahren</li><li>• Kleben: Klebstoffarten, Verfahrenstechnik, Klebnahtgestaltung</li><li>• Mechanische Verbindungen: Schnappverbindungen, Pressverbindungen, Schraubverbindungen, Nietverbindungen</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                 |                        |                          |                         |                          |  |

#### *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 unter anderem 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

### 3 Basismodule

|            | <p><i>Contents of the course Mehrkomponententechnik:</i></p> <p>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:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Compatibility of different materials</li> <li>• Product properties</li> <li>• Flow and cooling of multi-layer products</li> <li>• Multi-component injection moulding</li> <li>• Hollow body injection moulding</li> <li>• Co-extrusion</li> <li>• Blow moulding of hard/soft combinations</li> <li>• Foaming</li> <li>• Sustainability in multi-component technology: challenges and opportunities</li> <li>• Recycling of multi-component parts</li> </ul> |                                        |                              |    |              |                   |                              |            |                                |                                        |      |
|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|------------------------------|----|--------------|-------------------|------------------------------|------------|--------------------------------|----------------------------------------|------|
| 5          | <p><b>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:</b></p> <p>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.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                        |                              |    |              |                   |                              |            |                                |                                        |      |
| 6          | <p><b>Prüfungsleistung:</b></p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP)      <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP)      <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>zu</th><th>Prüfungsform</th><th>Dauer bzw. Umfang</th><th>Gewichtung für die Modulnote</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a) -<br/>b)</td><td>Klausur oder mündliche Prüfung</td><td>180 - 240 Minuten oder 45 - 60 Minuten</td><td>100%</td></tr> </tbody> </table>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                        |                              | zu | Prüfungsform | Dauer bzw. Umfang | Gewichtung für die Modulnote | a) -<br>b) | Klausur oder mündliche Prüfung | 180 - 240 Minuten oder 45 - 60 Minuten | 100% |
| zu         | Prüfungsform                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Dauer bzw. Umfang                      | Gewichtung für die Modulnote |    |              |                   |                              |            |                                |                                        |      |
| a) -<br>b) | Klausur oder mündliche Prüfung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 180 - 240 Minuten oder 45 - 60 Minuten | 100%                         |    |              |                   |                              |            |                                |                                        |      |
| 7          | <p><b>Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:</b></p> <p>keine / none</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                        |                              |    |              |                   |                              |            |                                |                                        |      |
| 8          | <p><b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:</b></p> <p>keine / none</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                        |                              |    |              |                   |                              |            |                                |                                        |      |
| 9          | <p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten:</b></p> <p>Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                        |                              |    |              |                   |                              |            |                                |                                        |      |

### 3 Basismodule

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

| Kunststoffeigenschaften (WING und CIW) |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |            |                     |                        |                          |                      |                          |
|----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|---------------------|------------------------|--------------------------|----------------------|--------------------------|
| Properties of polymers                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |            |                     |                        |                          |                      |                          |
| <b>Modulnummer:</b>                    | <b>Workload (h):</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <b>LP:</b> | <b>Studiensem.:</b> | <b>Turnus:</b>         | <b>Dauer (in Sem.):</b>  | <b>Sprache:</b>      |                          |
| M.104.4225                             | 240                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 8          | 1.-3. Semester      | Sommersemester         | 1                        | de                   |                          |
| 1                                      | <b>Modulstruktur:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |            |                     |                        |                          |                      |                          |
|                                        | <b>Lehrveranstaltung</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |            | <b>Lehrform</b>     | <b>Kontaktzeit (h)</b> | <b>Selbststudium (h)</b> | <b>Status (P/WP)</b> | <b>Gruppengröße (TN)</b> |
| a)                                     | L.104.42270<br>Werkstoffkunde der Kunststoffe                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |            | V2<br>P1,<br>SS     | 45                     | 75                       | P                    | 40-60                    |
| b)                                     | L.104.42260<br>Kunststoffgerechte Gestaltung Automotive                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |            | V2<br>Ü1,<br>SS     | 45                     | 75                       | P                    | 40-60                    |
| 2                                      | <b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |            |                     |                        |                          |                      |                          |
|                                        | keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |            |                     |                        |                          |                      |                          |
| 3                                      | <b>Teilnahmevoraussetzungen:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |            |                     |                        |                          |                      |                          |
|                                        | Empfohlen: Grundlagen der Verfahrenstechnik und der Kunststoffverarbeitung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |            |                     |                        |                          |                      |                          |
| 4                                      | <b>Inhalte:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |            |                     |                        |                          |                      |                          |
|                                        | <i>Inhalte der Lehrveranstaltung Werkstoffkunde der Kunststoffe:</i> <ul style="list-style-type: none"><li>• Strukturelle Eigenschaften von Makromolekülen und Polymeren</li><li>• Modifikation von Kunststoffen</li><li>• Aufschmelzen und Abkühlen von Kunststoffen</li><li>• Mechanische Eigenschaften von festen Kunststoffen</li><li>• Diverse physikalische Eigenschaften von festen Kunststoffen</li><li>• Materialschädigung und Recycling</li><li>• Anwendungsbereiche und Werkstoffauswahl</li></ul> |            |                     |                        |                          |                      |                          |

### 3 Basismodule

|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   | <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Kunststoffgerechte Gestaltung Automotive:</i><br/> In der Vorlesung lernen Studierende die effiziente Nutzung von Kunststoffen für den Fahrzeugbau. Behandelt werden Gestaltungsregeln, mechanische Eigenschaften und Verbindungstechniken wie Schraub-, Schnapp- oder Pressverbindungen. Schwerpunkte sind die Lebensdauerverlängerung von Bauteilen, Design for Recycling zur Recyclingfähigkeit und die Materialreduktion für leichtere, ressourcenschonende Bauteile. Die Vorlesung richtet sich an alle, die nachhaltige und langlebige Kunststofflösungen für die Automobilbranche entwickeln möchten.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Allgemeine Gestaltungsregeln</li> <li>• Mechanische Eigenschaften und Kennwerte</li> <li>• Verbindungstechnik <ul style="list-style-type: none"> <li>– Schraubverbindungen</li> <li>– Gewindegestaltung</li> <li>– Schnappverbindungen</li> <li>– Pressverbindungen</li> </ul> </li> <li>• Lebensdauerverlängerung</li> <li>• Design for Recycling (DfR)</li> <li>• Reduzierung von Materialstärken</li> </ul> <p><i>Contents of the course Kunststoffgerechte Gestaltung Automotive:</i><br/> In this course, students learn about the efficient use of plastics in vehicle construction. Design rules, mechanical properties and joining techniques such as screw, snap-fit and press connections are covered. The focus is on extending the service life of components, design for recycling for recyclability and material reduction for lighter, resource-saving components. The course is aimed at anyone who wants to develop sustainable and durable plastic solutions for the automotive industry.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• General design rules</li> <li>• Mechanical properties and characteristic values</li> <li>• Joining technology <ul style="list-style-type: none"> <li>– Screw connections</li> <li>– Thread design</li> <li>– Snap connections</li> <li>– Press connections</li> </ul> </li> <li>• Service life extension</li> <li>• Design for Recycling (DfR)</li> <li>• Reduction of material thicknesses</li> </ul> |
| 5 | <p><b>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:</b></p> <p>Die Veranstaltung soll den Kunststoffingenieur in die Lage versetzen, in Abhängigkeit vom Anforderungsprofil an das Produkt den richtigen Kunststoff auszuwählen. Weiterhin werden sortenspezifische Verarbeitungshinweise und Besonderheiten diskutiert, um bei Kunststoffbauteilen werkstoffspezifische Probleme erkennen zu können. Die Studierenden sind in der Lage, Produkte kunststoffgerecht auszulegen und zu konstruieren.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |

### 3 Basismodule

|    |                                                                                                                                                                                          |                                |                                        |                                     |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|----------------------------------------|-------------------------------------|
| 6  | <b>Prüfungsleistung:</b><br><input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP) <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP) <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP) |                                |                                        |                                     |
|    | zu                                                                                                                                                                                       | <b>Prüfungsform</b>            | <b>Dauer bzw. Umfang</b>               | <b>Gewichtung für die Modulnote</b> |
|    | a) -<br>b)                                                                                                                                                                               | Klausur oder mündliche Prüfung | 180 - 240 Minuten oder 45 - 60 Minuten | 100%                                |
| 7  | <b>Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:</b><br>keine / none                                                                                                                        |                                |                                        |                                     |
| 8  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:</b><br>keine / none                                                                                                                   |                                |                                        |                                     |
| 9  | <b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten:</b><br>Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.                                   |                                |                                        |                                     |
| 10 | <b>Gewichtung für Gesamtnote:</b><br>Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).                                                                         |                                |                                        |                                     |
| 11 | <b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:</b><br>Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau                                                       |                                |                                        |                                     |
| 12 | <b>Modulbeauftragte/r:</b><br>Prof. Dr.-Ing. Elmar Moritzer                                                                                                                              |                                |                                        |                                     |
| 13 | <b>Sonstige Hinweise:</b>                                                                                                                                                                |                                |                                        |                                     |

## 4 Vertiefungsrichtungsabhängige Wahlpflichtmodule

Alphabetische Auflistung der Module ohne erneute Aufführung der Basismodule.

### 4.1 Angewandte Strömungsmechanik

| Angewandte Strömungsmechanik |                                                                                           |                                                   |                     |                          |                          |                      |                          |
|------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|---------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------|--------------------------|
| Applied fluid dynamics       |                                                                                           |                                                   |                     |                          |                          |                      |                          |
| <b>Modulnummer:</b>          | <b>Workload (h):</b>                                                                      | <b>LP:</b>                                        | <b>Studiensem.:</b> | <b>Turnus:</b>           | <b>Dauer (in Sem.):</b>  | <b>Sprache:</b>      |                          |
| M.104.7332                   | 240                                                                                       | 8                                                 | 1.-3. Semester      | Sommer- / Wintersemester | 2                        | de / en              |                          |
| 1                            | <b>Modulstruktur:</b>                                                                     |                                                   |                     |                          |                          |                      |                          |
|                              |                                                                                           | <b>Lehrveranstaltung</b>                          | <b>Lehrform</b>     | <b>Kontaktzeit (h)</b>   | <b>Selbststudium (h)</b> | <b>Status (P/WP)</b> | <b>Gruppengröße (TN)</b> |
|                              | a)                                                                                        | L.104.31240<br>CFD-Methods in Process Engineering | V1<br>Ü2, SS        | 45                       | 75                       | P                    | 10                       |
|                              | b)                                                                                        | L.104.32250<br>Rheologie                          | V2, WS              | 30                       | 45                       | P                    | 10                       |
|                              | c)                                                                                        | L.104.32451<br>Rheologie Praktikum                | P1, WS              | 15                       | 30                       | P                    | 90                       |
| 2                            | <b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b><br>keine                                   |                                                   |                     |                          |                          |                      |                          |
| 3                            | <b>Teilnahmevoraussetzungen:</b><br>Empfohlen: Fluidmechanik, Wärme- und Stoffübertragung |                                                   |                     |                          |                          |                      |                          |

|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4 | <p><b>Inhalte:</b></p> <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Rheologie:</i></p> <p>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:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Grundlegende Beschreibungsmöglichkeiten des Rheologischen Verhaltens</li><li>• Grundlegende Fließfunktionen zur mathematischen und physikalischen Beschreibung der rheologischen Eigenschaften in realen Fließsituationen</li><li>• Entwicklung der allgemeinen Abhängigkeitsbeziehungen für rheologische Grundgrößen (z.B. Temperatur- und Druckfunktionen)</li><li>• Rheologische Grundkörper zur Modellierung von Fließfunktionen (z.B. Newton-, Hook-, St.Venant- und Maxwellkörper)</li><li>• Rotationsrheometrie (Koaxial- und Rotationssysteme)</li><li>• Kapillarrheometrie (Niederdruck- und Hochdruckrheometrie)</li><li>• Methoden zur Messung viskoelastischer Größen (Zeitabhängigkeit, Schwingungsrheometrie)</li><li>• Einführung in die Dehnrheometrie</li><li>• Einführung in die Datenverarbeitung und Approximation</li><li>• Suspensions- und Emulsionsrheologie</li></ul> |
|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

#### 4 Vertiefungsrichtungsabhängige Wahlpflichtmodule

|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   | <p><i>Contents of the course CFD-Methods in Process Engineering:</i></p> <p>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:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Conservation Equations</li><li>• Discretisation Methods</li><li>• Finite Difference Method</li><li>• Finite Element Method</li><li>• Finite Volume Method<ul style="list-style-type: none"><li>– Discretisation of Diffusive Terms</li><li>– Discretisation of Convective Terms</li><li>– Temporal Discretisation</li></ul></li><li>• Pressure-Velocity Coupling</li><li>• Initial and Boundary Conditions</li><li>• Turbulence Modelling</li><li>• Free Surface Flows</li></ul> |
| 5 | <p><b>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:</b></p> <p>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 Korrekturmethode 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.</p>                                                                                                                                                                                                                                   |

#### 4 Vertiefungsrichtungsabhängige Wahlpflichtmodule

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                |                          |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|--------------------------|
| 6  | <b>Prüfungsleistung:</b><br><input type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP) <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP) <input checked="" type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                |                          |
|    | zu                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | <b>Prüfungsform</b>            | <b>Dauer bzw. Umfang</b> |
|    | a)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Klausur oder mündliche Prüfung | S.U.                     |
|    | b)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Klausur oder mündliche Prüfung | S.U.                     |
|    | c)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Gesamtheit der Versuche        | S.U.                     |
|    | 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. |                                |                          |
| 7  | <b>Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:</b><br>keine / none                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                |                          |
| 8  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:</b><br>keine / none                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                |                          |
| 9  | <b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten:</b><br>Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulteilprüfungen bestanden sind.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                |                          |
| 10 | <b>Gewichtung für Gesamtnote:</b><br>Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                |                          |
| 11 | <b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:</b><br>Masterstudiengang Maschinenbau, Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                |                          |
| 12 | <b>Modulbeauftragte/r:</b><br>Prof. Dr. Hans-Joachim Schmid, Prof. Dr.-Ing. Julia Riese                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                |                          |
| 13 | <b>Sonstige Hinweise:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                |                          |

## 4.2 Angewandte Wärmeübertragung

| Angewandte Wärmeübertragung (CIW) |                                                                                                                            |                 |                        |                          |                         |                          |  |
|-----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|--|
| Applied heat transfer             |                                                                                                                            |                 |                        |                          |                         |                          |  |
| <b>Modulnummer:</b>               | <b>Workload (h):</b>                                                                                                       | <b>LP:</b>      | <b>Studiensem.:</b>    | <b>Turnus:</b>           | <b>Dauer (in Sem.):</b> | <b>Sprache:</b>          |  |
| M.104.4305                        | 240                                                                                                                        | 8               | 1. - 4. Semester       | Sommersemester           | 1                       | de                       |  |
| 1                                 | <b>Modulstruktur:</b>                                                                                                      |                 |                        |                          |                         |                          |  |
|                                   | <b>Lehrveranstaltung</b>                                                                                                   | <b>Lehrform</b> | <b>Kontaktzeit (h)</b> | <b>Selbststudium (h)</b> | <b>Status (P/WP)</b>    | <b>Gruppengröße (TN)</b> |  |
| a)                                | L.104.31266<br>Verfahrenstechnische Apparate und Maschinen                                                                 | V2<br>Ü1, SS    | 45                     | 75                       | P                       | 20 - 40                  |  |
| b)                                | L.104.33215<br>Energieeffiziente Wärmeübertragungsmethoden                                                                 | V2<br>Ü1, SS    | 45                     | 75                       | P                       | 20 - 40                  |  |
| 2                                 | <b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b>                                                                             |                 |                        |                          |                         |                          |  |
|                                   | keine                                                                                                                      |                 |                        |                          |                         |                          |  |
| 3                                 | <b>Teilnahmevoraussetzungen:</b>                                                                                           |                 |                        |                          |                         |                          |  |
|                                   | Empfohlen: Grundlagen der Verfahrenstechnik, Thermodynamik und Wärmeübertragung                                            |                 |                        |                          |                         |                          |  |
|                                   | <i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Verfahrenstechnische Apparate und Maschinen:</i>                         |                 |                        |                          |                         |                          |  |
|                                   | Empfehlungen:                                                                                                              |                 |                        |                          |                         |                          |  |
|                                   | <ul style="list-style-type: none"><li>• technische Mechanik</li><li>• Maschinenelemente</li><li>• Strömungslehre</li></ul> |                 |                        |                          |                         |                          |  |
|                                   | <i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Energieeffiziente Wärmeübertragungsmethoden:</i>                         |                 |                        |                          |                         |                          |  |
|                                   | Thermodynamik 1 und Wärmeübertragung                                                                                       |                 |                        |                          |                         |                          |  |

#### 4 Vertiefungsrichtungsabhängige Wahlpflichtmodule

|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4 | <p><b>Inhalte:</b></p> <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Verfahrenstechnische Apparate und Maschinen:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Grundlagen <ul style="list-style-type: none"> <li>• Konstruktion</li> <li>• Werkstoffe</li> <li>• Dichtungen</li> <li>• Maschinenrichtlinie CE</li> <li>• Atex</li> </ul> </li> <li>2. Apparate und Maschinen <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wärmeübertrager</li> <li>• Trockner</li> <li>• Mischer</li> <li>• Zentrifugen</li> <li>• Staubfilter</li> <li>• Reaktoren</li> </ul> </li> <li>3. Betrieb eines Apparates einer Maschine <ul style="list-style-type: none"> <li>• Instrumentierung , P&amp;I D</li> <li>• An- und Abfahren</li> <li>• Automatisierung: <ul style="list-style-type: none"> <li>– Funktionsbeschreibung</li> <li>– grafische Darstellung, z.B. Visio</li> </ul> </li> </ul> </li> </ol> <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Energieeffiziente Wärmeübertragungsmethoden:</i><br/>Energieeffiziente Wärmeübertragungsmethoden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verbesserungsmethoden bei einphasiger Wärmeübertragung</li> <li>• Verdampfer: Wärme- und Stoffaustausch an Dampfblasen, Verdampfung bei freier Konvektion und in erzwungener Strömung, Gemischverdampfung, Rippenrohrverdampfer, Durchströmte Verdampfer</li> <li>• Kondensatoren: Filmkondensation, Tropfenkondensation, Einfluß der Dampf- und Kondensatströmung, Gemischkondensation</li> <li>• Wärmerohre (Heat Pipes)</li> </ul> |
| 5 | <p><b>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:</b></p> <p>Die Studierenden können unterschiedliche verfahrenstechnische Apparate einordnen und kennen deren wesentliche Elemente. Sie sind in der Lage die Effizienz und Einsatzgebiete der Apparate zu bewerten, sowie eine Parameteranalyse durchzuführen. Die Studierenden kennen wesentliche Methoden der energieeffizienten Wärmeübertragung, deren physikalischen Grundlagen sowie die praxisgerechten Ausführung der Apparate.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |

#### 4 Vertiefungsrichtungsabhängige Wahlpflichtmodule

|    |                                                                                                                                                                                                                                |                                |                                        |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|----------------------------------------|
| 6  | <b>Prüfungsleistung:</b><br><input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP) <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP) <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)                                       |                                |                                        |
|    | zu                                                                                                                                                                                                                             | <b>Prüfungsform</b>            | <b>Dauer bzw. Umfang</b>               |
|    | a) -<br>b)                                                                                                                                                                                                                     | Klausur oder mündliche Prüfung | 180 - 240 Minuten oder 45 - 60 Minuten |
|    |                                                                                                                                                                                                                                |                                | <b>Gewichtung für die Modulnote</b>    |
|    |                                                                                                                                                                                                                                |                                | 100%                                   |
|    | In der Prüfung sollen die Studierenden für exemplarische Problemstellungen Verfahren und Apparate auswählen und auslegen.                                                                                                      |                                |                                        |
| 7  | <b>Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:</b><br>keine / none                                                                                                                                                              |                                |                                        |
| 8  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:</b><br>keine / none                                                                                                                                                         |                                |                                        |
| 9  | <b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten:</b><br>Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.                                                                         |                                |                                        |
| 10 | <b>Gewichtung für Gesamtnote:</b><br>Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).                                                                                                               |                                |                                        |
| 11 | <b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:</b><br>keine                                                                                                                                                                |                                |                                        |
| 12 | <b>Modulbeauftragte/r:</b><br>Prof. Dr.-Ing. Julia Riese                                                                                                                                                                       |                                |                                        |
| 13 | <b>Sonstige Hinweise:</b><br><i>Hinweise der Lehrveranstaltung Energieeffiziente Wärmeübertragungsmethoden:</i><br>Die Veranstaltung findet als Blockveranstaltung statt. Die genaue Absprache der Termine erfolgt über PANDA. |                                |                                        |

### 4.3 Berechnungsmethoden und ihre Anwendung

| Berechnungsmethoden und ihre Anwendung     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |               |                 |                 |                   |                  |                   |
|--------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-----------------|-----------------|-------------------|------------------|-------------------|
| Calculation methods 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<br>Auslegen von Schneckenmaschinen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |               | V2<br>Ü1,<br>WS | 45              | 75                | P                | 20 - 40           |
| b)                                         | L.104.42280<br>Numerische Methoden zur digitalen Produktentwicklung in der Kunststofftechnik                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |               | V2<br>Ü1,<br>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:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |               |                 |                 |                   |                  |                   |
|                                            | <ul style="list-style-type: none"><li>• Spezifikation und Funktionszonen</li><li>• Materialdaten und Messung</li><li>• Feststoffförderung</li><li>• Einzugszone, Nutbuchse</li><li>• Aufschmelzen</li><li>• Barrierschnecke</li><li>• Schmelzeförderung, Scher- und Mischteile</li><li>• Durchsatzberechnung und gewünschte Prozessverläufe</li><li>• Scale-Up von Einschneckenextrudern</li><li>• Antriebsauslegung</li><li>• Gleichläufige Doppelschneckenextruder und Scale-Up</li><li>• Gegenläufige Doppelschneckenextruder</li><li>• Schneckenzeichnungen, Toleranzen, Werkstoffe und Oberflächen</li></ul> |               |                 |                 |                   |                  |                   |

#### 4 Vertiefungsrichtungsabhängige Wahlpflichtmodule

|            | <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Numerische Methoden zur digitalen Produktentwicklung in der Kunststofftechnik:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in CFD (Computational Fluid Dynamics)</li> <li>• Erhaltungsgleichungen der Strömungsmechanik</li> <li>• Gittergenerierung</li> <li>• Finite-Differenzen-Verfahren</li> <li>• Finite-Volumen-Verfahren</li> <li>• Finite-Element-Verfahren</li> </ul>                                                                                                                                            |                                        |                              |    |              |                   |                              |            |                                |                                        |      |
|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|------------------------------|----|--------------|-------------------|------------------------------|------------|--------------------------------|----------------------------------------|------|
| 5          | <p><b>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:</b></p> <p>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.</p> |                                        |                              |    |              |                   |                              |            |                                |                                        |      |
| 6          | <p><b>Prüfungsleistung:</b></p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP)      <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP)      <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>zu</th><th>Prüfungsform</th><th>Dauer bzw. Umfang</th><th>Gewichtung für die Modulnote</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a) -<br/>b)</td><td>Klausur oder mündliche Prüfung</td><td>180 - 240 Minuten oder 45 - 60 Minuten</td><td>100%</td></tr> </tbody> </table>                                                        |                                        |                              | zu | Prüfungsform | Dauer bzw. Umfang | Gewichtung für die Modulnote | a) -<br>b) | Klausur oder mündliche Prüfung | 180 - 240 Minuten oder 45 - 60 Minuten | 100% |
| zu         | Prüfungsform                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Dauer bzw. Umfang                      | Gewichtung für die Modulnote |    |              |                   |                              |            |                                |                                        |      |
| a) -<br>b) | Klausur oder mündliche Prüfung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 180 - 240 Minuten oder 45 - 60 Minuten | 100%                         |    |              |                   |                              |            |                                |                                        |      |
| 7          | <p><b>Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:</b></p> <p>keine / none</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                        |                              |    |              |                   |                              |            |                                |                                        |      |
| 8          | <p><b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:</b></p> <p>keine / none</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                        |                              |    |              |                   |                              |            |                                |                                        |      |
| 9          | <p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten:</b></p> <p>Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                        |                              |    |              |                   |                              |            |                                |                                        |      |
| 10         | <p><b>Gewichtung für Gesamtnote:</b></p> <p>Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                        |                              |    |              |                   |                              |            |                                |                                        |      |
| 11         | <p><b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:</b></p> <p>Masterstudiengang Maschinenbau, Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                        |                              |    |              |                   |                              |            |                                |                                        |      |
| 12         | <p><b>Modulbeauftragte/r:</b></p> <p>Prof. Dr.-Ing. Elmar Moritzer</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                        |                              |    |              |                   |                              |            |                                |                                        |      |
| 13         | <p><b>Sonstige Hinweise:</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                        |                              |    |              |                   |                              |            |                                |                                        |      |

## 4.4 Chemie an Grenzflächen

| Chemie an Grenzflächen |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                 |                        |                          |                         |                          |  |
|------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|--|
| Interface Chemistry    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                 |                        |                          |                         |                          |  |
| <b>Modulnummer:</b>    | <b>Workload (h):</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <b>LP:</b>      | <b>Studiensem.:</b>    | <b>Turnus:</b>           | <b>Dauer (in Sem.):</b> | <b>Sprache:</b>          |  |
| M.104.7337             | 240                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 8               | 1. - 3. Semester       | Wintersemester           | 1                       | de / en                  |  |
| 1                      | <b>Modulstruktur:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                 |                        |                          |                         |                          |  |
|                        | <b>Lehrveranstaltung</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <b>Lehrform</b> | <b>Kontaktzeit (h)</b> | <b>Selbststudium (h)</b> | <b>Status (P/WP)</b>    | <b>Gruppengröße (TN)</b> |  |
| a)                     | L.032.46220<br>Spektroskopische Methoden in der Material- und Grenzflächenchemie                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | V2<br>Ü1, WS    | 45                     | 75                       | P                       | 20 - 40                  |  |
| b)                     | L.032.46230<br>Struktur und Dynamik an Materialgrenzflächen und Nanostrukturen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | V2, WS          | 30                     | 90                       | P                       | 20 - 40                  |  |
| 2                      | <b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b><br><br>keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                 |                        |                          |                         |                          |  |
| 3                      | <b>Teilnahmevoraussetzungen:</b><br><br>keine / none                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                 |                        |                          |                         |                          |  |
| 4                      | <b>Inhalte:</b><br><br><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Spektroskopische Methoden in der Material- und Grenzflächenchemie:</i><br>Optische Spektroskopie von Materialgrenzflächen und dünnen Schichten (Anwendung von FTIR- und Raman-Spektroskopie sowie Ellipsometrie), Elektronen-, Röntgen-, und Ionenspektroskopie von Grenzflächen und dünnen Schichten (Anwendung von Auger-Spektroskopie, Röntgen- sowie UV-Photoelektronenspektroskopie, Ionenstreuung, Oberflächen-Röntgenstreuung); fortgeschrittene Anwendung der spektroskopischen Methoden (kombinierte Analysemethoden, in-situ Spektroskopie an Grenzflächen, Spektroskopische Mikroskopie, Spektroelektrochemie)<br><br><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Struktur und Dynamik an Materialgrenzflächen und Nanostrukturen:</i><br>Fortgeschrittene elektrochemische Analytik, Grundlagen der Elektrokatalyse, Grenzflächenchemie und Elektrochemie in der Energietechnik, Grenzflächenprozesse in der Oberflächentechnik, Korrosion von Metallen und Verbundwerkstoffen, Bioelektrochemie und Biosensorik. |                 |                        |                          |                         |                          |  |
| 5                      | <b>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:</b><br><br>Die Studierenden verfügen über vertiefte Kenntnisse in der Spektroskopie von Materialgrenzflächen und dünnen Schichten. Die Studierenden verfügen über vertiefte Kenntnisse auf dem Gebiet chemischer und elektrochemischer Prozesse an Festkörpergrenzflächen und Nanostrukturen. Sie haben ein fortgeschrittenes Verständnis von Ionen- und Elektronentransfer-Prozessen an Grenzflächen und molekularen Strukturen.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                 |                        |                          |                         |                          |  |

#### 4 Vertiefungsrichtungsabhängige Wahlpflichtmodule

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                |                                     |                              |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------|------------------------------|
| 6  | <b>Prüfungsleistung:</b><br><input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP) <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP) <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                |                                     |                              |
|    | zu                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Prüfungsform                   | Dauer bzw. Umfang                   | Gewichtung für die Modulnote |
|    | a) -<br>b)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Klausur oder mündliche Prüfung | 180 - 240 Min.<br>oder 45 - 60 Min. | 100%                         |
| 7  | <b>Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:</b><br>keine / none                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                |                                     |                              |
| 8  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:</b><br>keine / none                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                |                                     |                              |
| 9  | <b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten:</b><br>Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                |                                     |                              |
| 10 | <b>Gewichtung für Gesamtnote:</b><br>Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                |                                     |                              |
| 11 | <b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:</b><br>keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                |                                     |                              |
| 12 | <b>Modulbeauftragte/r:</b><br>Dr. Maria Teresa de los Arcos de Pedro, PD Dr. Adrian Keller, Prof. Dr. Guido Grundmeier                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                |                                     |                              |
| 13 | <b>Sonstige Hinweise:</b><br>Sprache: deutsch, in Absprache mit den Studierenden englisch<br>Literatur: a: B. Alberts, A. Johnson, J. Lewis: Molecular Biology of the Cell ; B.D. Ratner, A.S. Hoffman, F.J. Schoen, J.E. Lemons: Biomaterials Science - An Introduction to Materials in Medicine; M. Malmsten: Biopolymers at Interfaces; D.S. Goodsell: Bionanotechnology - Lessons from Nature; J. Kjems, E. Ferapontova, K.V. Gothelf: Nucleic Acid Nanotechnology; b: D. Briggs, J.T. Grant: Surface Analysis by Auger and X-Ray Photoelectron Spectroscopy; D.C. Koningsberger, R. Prins: X-Ray Absorption: Principles, Applications, Techniques of EXAFS, SEXAFS and XANES; V.P. Tolstoy, I. Chernyshova, V.A. Skryshevsky: Handbook of Infrared Spectroscopy; P.R. Griffiths, J.A. Haseth: Fourier transform infrared Spectroscopy; W. Suete-ka: Surface Infrared and Raman spectroscopy: Methods and applications, J.M. Hollas: Modern Spectroscopy; c: C.H. Hamann, W. Vielstich: Elektrochemie; K. Oldham, J. Myland, A. Bond: Electrochemical Science and Technology: Fundamentals and Applications; I. Willner, E. Katz: Bioelectronics - From Theory to Applications. |                                |                                     |                              |

## 4.5 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<br>Kunststofftechnologie 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |               | V2<br>Ü1,<br>WS | 45              | 75                       | P                | 40-60             |
| b)                    | L.104.42225<br>Kunststofftechnologie 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |               | V2<br>Ü1,<br>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:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |               |                 |                 |                          |                  |                   |
|                       | <ul style="list-style-type: none"><li>• Physikalisches Verhalten der Kunststoffe</li><li>• Festkörperreibung von Kunststoffen</li><li>• Rheologisches Werkstoffverhalten</li><li>• Thermodynamische Zustandsänderungen und -größen</li><li>• Akustische Eigenschaften</li><li>• Oberflächenenergetische Eigenschaften</li><li>• Erhaltungssätze</li><li>• Einfache isotherme Strömungen</li><li>• Nichtisotherme Strömungen</li><li>• Strömungsberechnung</li><li>• Kühlung und Erwärmung</li><li>• Verarbeitung auf Schneckenmaschinen</li><li>• Nutbuchsenextruder</li><li>• Doppelschneckenmaschinen</li><li>• Kalandrieren</li><li>• Spritzgießen thermoplastischer Kunststoffe</li></ul> |               |                 |                 |                          |                  |                   |

#### 4 Vertiefungsrichtungsabhängige Wahlpflichtmodule

|            | <b>Inhalte der Lehrveranstaltung Kunststofftechnologie 2:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Thermoformen: Erwärmen (Kontakt-, Konvektions-, Strahlungserwärmung, Umformen und Umformtechniken), Kühlen, Thermoformbarkeit</li> <li>• Beschichten mit Kunststoffen, d. h. Pasten, Schmelzen und Pulvern, Grundlagen der Auftragstechniken</li> <li>• Beschichten von Kunststoffen mit Metallen durch Verdampfen und Galvanisieren</li> <li>• Beschichten mit Kunststofffasern im elektrischen Feld</li> <li>• Schweißen von Kunststoffen durch Wärmeleitung und Reibung am Beispiel des Heizelementschweißens und Ultraschallschweißens</li> </ul>                                                                                                                                           |                                        |                              |                   |                              |            |                                |                                        |      |  |  |
|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|------------------------------|-------------------|------------------------------|------------|--------------------------------|----------------------------------------|------|--|--|
| 5          | <b>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:</b><br><p>Die Studierenden können einfache isotherme und nichtisotherme Strömungen in der Kunststoffverarbeitung z.B. mittels physikalischer Erhaltungssätze analysieren und untersuchen. Sie sind in der Lage struktursviskoses 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.</p> |                                        |                              |                   |                              |            |                                |                                        |      |  |  |
| 6          | <b>Prüfungsleistung:</b><br><input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP) <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP) <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                        |                              |                   |                              |            |                                |                                        |      |  |  |
|            | <table border="1"> <thead> <tr> <th>zu</th><th>Prüfungsform</th><th>Dauer bzw. Umfang</th><th>Gewichtung für die Modulnote</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a) -<br/>b)</td><td>Klausur oder mündliche Prüfung</td><td>180 - 240 Minuten oder 45 - 60 Minuten</td><td>100%</td></tr> </tbody> </table>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | zu                                     | Prüfungsform                 | Dauer bzw. Umfang | Gewichtung für die Modulnote | a) -<br>b) | Klausur oder mündliche Prüfung | 180 - 240 Minuten oder 45 - 60 Minuten | 100% |  |  |
| zu         | Prüfungsform                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Dauer bzw. Umfang                      | Gewichtung für die Modulnote |                   |                              |            |                                |                                        |      |  |  |
| a) -<br>b) | Klausur oder mündliche Prüfung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 180 - 240 Minuten oder 45 - 60 Minuten | 100%                         |                   |                              |            |                                |                                        |      |  |  |
| 7          | <b>Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:</b><br>keine / none                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                        |                              |                   |                              |            |                                |                                        |      |  |  |
| 8          | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:</b><br>keine / none                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                        |                              |                   |                              |            |                                |                                        |      |  |  |
| 9          | <b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten:</b><br>Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                        |                              |                   |                              |            |                                |                                        |      |  |  |
| 10         | <b>Gewichtung für Gesamtnote:</b><br>Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                        |                              |                   |                              |            |                                |                                        |      |  |  |
| 11         | <b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:</b><br>Masterstudiengang Chemieingenieurwesen, Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                        |                              |                   |                              |            |                                |                                        |      |  |  |
| 12         | <b>Modulbeauftragte/r:</b><br>Prof. Dr.-Ing. Elmar Moritzer                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                        |                              |                   |                              |            |                                |                                        |      |  |  |

#### *4 Vertiefungsrichtungsabhängige Wahlpflichtmodule*

|    |                           |
|----|---------------------------|
| 13 | <b>Sonstige Hinweise:</b> |
|----|---------------------------|

## 4.6 Nachhaltige Polymerchemie

| Nachhaltige Polymerchemie     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                         |              |                 |                   |               |                   |
|-------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|--------------|-----------------|-------------------|---------------|-------------------|
| Sustainable Polymer Chemistry |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                         |              |                 |                   |               |                   |
| Modulnummer:                  | Workload (h):                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | LP:                                     | Studiensem.: | Turnus:         | Dauer (in Sem.):  | Sprache:      |                   |
| M.104.7341                    | 240                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 8                                       | 2.           | Sommersemester  | 1                 | de / en       |                   |
| 1                             | Modulstruktur:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                         |              |                 |                   |               |                   |
|                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Lehrveranstaltung                       | Lehrform     | Kontaktzeit (h) | Selbststudium (h) | Status (P/WP) | Gruppengröße (TN) |
|                               | a)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | L.032.21202 Nachhaltige Polymersynthese | V1           | 15              | 45                | P             | 100               |
|                               | b)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | L.032.21201 Supramolekulare Chemie      | V1           | 15              | 45                | P             | 100               |
|                               | c)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | L.032.34200 Polymeranalytik             | V2 Ü1        | 45              | 75                | P             | 100 / 30          |
| 2                             | Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:<br>Keine<br>None                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                         |              |                 |                   |               |                   |
| 3                             | Teilnahmevoraussetzungen:<br>Keine<br>None                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                         |              |                 |                   |               |                   |
| 4                             | Inhalte:<br>Das Modul vermittelt inhaltlich fortgeschrittene Kenntnisse zur effizienten Synthese von funktionellen organischen Materialien. Es befasst sich mit Strategien der organischen Synthese zur Erzeugung von Polymeren und Überstrukturen. Ergänzend werden moderne Methoden der Polymersynthese, der Synthese von Polymeren für spezielle Anwendungen und Methoden der Aufklärung von Struktur-Eigenschaftsbeziehungen behandelt. |                                         |              |                 |                   |               |                   |

#### 4 Vertiefungsrichtungsabhängige Wahlpflichtmodule

|            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                          |                                     |  |    |                     |                          |                                     |            |                                |                         |      |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--|----|---------------------|--------------------------|-------------------------------------|------------|--------------------------------|-------------------------|------|
| 5          | <b>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:</b><br><br>Die Studierenden verstehen auf der Basis von Grundkenntnissen der organischen Chemie das Prinzip der supramolekularen Aggregation und wissen über die Möglichkeiten einer nachhaltigen Synthese von Polymeren Bescheid. Die Studierenden sind fähig, die erworbenen Kenntnisse in der organischen Chemie und Polymerchemie im Zusammenhang zu sehen und auf Aspekte aus dem Bereich strukturell komplexer, funktioneller organischer Materialien anzuwenden. Dazu gehören Kenntnisse sowohl über die Synthese dieser Materialien als auch über die Korrelationen zwischen einerseits der chemischen, physikalischen und morphologischen Struktur sowie andererseits dem Eigenschaftsprofil der funktionellen Materialien. In den Übungen erwerben die Studierenden 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. |                          |                                     |  |    |                     |                          |                                     |            |                                |                         |      |
| 6          | <b>Prüfungsleistung:</b><br><input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP) <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP) <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)<br><table><tr><td>zu</td><td><b>Prüfungsform</b></td><td><b>Dauer bzw. Umfang</b></td><td><b>Gewichtung für die Modulnote</b></td></tr><tr><td>a) -<br/>c)</td><td>Klausur oder mündliche Prüfung</td><td>ca. 3 h oder 45-60 Min.</td><td>100%</td></tr></table>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                          |                                     |  | zu | <b>Prüfungsform</b> | <b>Dauer bzw. Umfang</b> | <b>Gewichtung für die Modulnote</b> | a) -<br>c) | Klausur oder mündliche Prüfung | ca. 3 h oder 45-60 Min. | 100% |
| zu         | <b>Prüfungsform</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <b>Dauer bzw. Umfang</b> | <b>Gewichtung für die Modulnote</b> |  |    |                     |                          |                                     |            |                                |                         |      |
| a) -<br>c) | Klausur oder mündliche Prüfung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | ca. 3 h oder 45-60 Min.  | 100%                                |  |    |                     |                          |                                     |            |                                |                         |      |
| 7          | <b>Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:</b><br>keine / none                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                          |                                     |  |    |                     |                          |                                     |            |                                |                         |      |
| 8          | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:</b><br>Keine<br>None                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                          |                                     |  |    |                     |                          |                                     |            |                                |                         |      |
| 9          | <b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten:</b><br>Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden wurde.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                          |                                     |  |    |                     |                          |                                     |            |                                |                         |      |
| 10         | <b>Gewichtung für Gesamtnote:</b><br>Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet. (Faktor: 1)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                          |                                     |  |    |                     |                          |                                     |            |                                |                         |      |
| 11         | <b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:</b><br>keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                          |                                     |  |    |                     |                          |                                     |            |                                |                         |      |
| 12         | <b>Modulbeauftragte/r:</b><br>Prof. Dr. Dirk Kuckling                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                          |                                     |  |    |                     |                          |                                     |            |                                |                         |      |
| 13         | <b>Sonstige Hinweise:</b><br>Sprache: deutsch, in Absprache mit den Studierenden englisch Literatur: Detaillierte Literaturhinweise werden in den jeweiligen Lehrveranstaltungen zur Verfügung gestellt.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                          |                                     |  |    |                     |                          |                                     |            |                                |                         |      |

## 4.7 Nachhaltigkeit und Innovation in der Kunststoffverarbeitung

| Nachhaltigkeit und Innovation in der Kunststoffverarbeitung |                                                |                                           |                     |                        |                          |                      |                          |
|-------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|-------------------------------------------|---------------------|------------------------|--------------------------|----------------------|--------------------------|
|                                                             |                                                |                                           |                     |                        |                          |                      |                          |
| <b>Modulnummer:</b>                                         | <b>Workload (h):</b>                           | <b>LP:</b>                                | <b>Studiensem.:</b> | <b>Turnus:</b>         | <b>Dauer (in Sem.):</b>  | <b>Sprache:</b>      |                          |
| M.104.7719                                                  | 240                                            | 8                                         | 1./3. Semester      | Wintersemester         | 1                        | de                   |                          |
| 1                                                           | <b>Modulstruktur:</b>                          |                                           |                     |                        |                          |                      |                          |
|                                                             |                                                | <b>Lehrveranstaltung</b>                  | <b>Lehrform</b>     | <b>Kontaktzeit (h)</b> | <b>Selbststudium (h)</b> | <b>Status (P/WP)</b> | <b>Gruppengröße (TN)</b> |
|                                                             | a)                                             | L.104.42255<br>Spritzgießsondervverfahren | V2<br>Ü1,<br>WS     | 45                     | 75                       | P                    | 20-40                    |
|                                                             | b)                                             | L.104.42295<br>Kunststoffrecycling        | V2<br>Ü1,<br>WS     | 45                     | 75                       | P                    | 20-40                    |
| 2                                                           | <b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b> |                                           |                     |                        |                          |                      |                          |
|                                                             | keine                                          |                                           |                     |                        |                          |                      |                          |
| 3                                                           | <b>Teilnahmevoraussetzungen:</b>               |                                           |                     |                        |                          |                      |                          |
|                                                             | keine                                          |                                           |                     |                        |                          |                      |                          |

#### 4 Vertiefungsrichtungsabhängige Wahlpflichtmodule

|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4 | <p><b>Inhalte:</b></p> <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Spritzgießsonderverfahren:</i></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Heißkanalsysteme als Grundlage für alle Sonderverfahren</li><li>• Verteilertechnik</li><li>• Offene Systeme</li><li>• Nadelverschlusssysteme</li><li>• Seitliche Anspritzung</li><li>• Rheologie im Heißkanal</li><li>• Sonderverfahren und Werkzeugkonzepte</li><li>• Materialspezifische Spritzgießverfahren (Hochtemperaturkunststoffe, Technische Kunststoffe, LSR, Schäumen etc.)</li><li>• Mehrkomponentenspritzgießen</li><li>• Tandem- und Etagenwerkzeuge</li><li>• Kaskadenspritzgießen</li><li>• Mikrospritzgießen</li><li>• In-Situ-Spritzgießen</li><li>• Automatisierte Spritzgieß-Produktionszellen</li><li>• Aufbau von Spritzgieß-Produktionszellen</li><li>• Einsatz von Robotik</li><li>• Digitalisierung und Industrie 4.0</li><li>• Reinraumproduktion</li><li>• Turnkey-Lösungen</li></ul> <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Kunststoffrecycling:</i></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Einführung</li><li>2. Von der linearen zur zirkulären Bewirtschaftung</li><li>3. Aufbereitung der Kunststofffraktion aus dem Abfall</li><li>4. Werkstoffliches Recycling</li><li>5. Rohstoffliches Recycling</li><li>6. Thermische Verwertung</li></ol> |
| 5 | <p><b>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:</b></p> <p>Studierende werden in die Lage versetzt,</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |

#### 4 Vertiefungsrichtungsabhängige Wahlpflichtmodule

|            | <ul style="list-style-type: none"><li>• bei der Herstellung von Kunststoffartikeln das geeignete Verfahren hinsichtlich Werkzeugkonzept und Heißkanaltechnik auszuwählen und einzusetzen,</li><li>• einen Bezug zwischen Verfahrenstechnik, Endprodukt und zu verarbeitenden Kunststoff herzustellen, um eine effiziente und qualitative Teileproduktion zu konzipieren,</li><li>• die Spritzgießtechnologie im Gesamtumfeld einer digitalen Produktion beurteilen und einsetzen zu können.</li></ul>                                                                                                                           |                                    |                              |                   |                              |            |                                |                                    |      |
|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|------------------------------|-------------------|------------------------------|------------|--------------------------------|------------------------------------|------|
| 6          | <p><b>Prüfungsleistung:</b></p> <p><input checked="" type="checkbox"/>Modulabschlussprüfung (MAP)      <input type="checkbox"/>Modulprüfung (MP)      <input type="checkbox"/>Modulteilprüfungen (MTP)</p> <table><tr><th>zu</th><th>Prüfungsform</th><th>Dauer bzw. Umfang</th><th>Gewichtung für die Modulnote</th></tr><tr><td>a) -<br/>b)</td><td>Klausur oder mündliche Prüfung</td><td>120-180 Minuten oder 45-60 Minuten</td><td>100%</td></tr></table> <p>Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Prüfungsleistung konkret zu erbringen ist.</p> | zu                                 | Prüfungsform                 | Dauer bzw. Umfang | Gewichtung für die Modulnote | a) -<br>b) | Klausur oder mündliche Prüfung | 120-180 Minuten oder 45-60 Minuten | 100% |
| zu         | Prüfungsform                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Dauer bzw. Umfang                  | Gewichtung für die Modulnote |                   |                              |            |                                |                                    |      |
| a) -<br>b) | Klausur oder mündliche Prüfung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 120-180 Minuten oder 45-60 Minuten | 100%                         |                   |                              |            |                                |                                    |      |
| 7          | <p><b>Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:</b></p> <p>keine / none</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                    |                              |                   |                              |            |                                |                                    |      |
| 8          | <p><b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:</b></p> <p>keine / none</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                    |                              |                   |                              |            |                                |                                    |      |
| 9          | <p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten:</b></p> <p>Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                    |                              |                   |                              |            |                                |                                    |      |
| 10         | <p><b>Gewichtung für Gesamtnote:</b></p> <p>Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                    |                              |                   |                              |            |                                |                                    |      |
| 11         | <p><b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:</b></p> <p>Masterstudiengang Maschinenbau, Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                    |                              |                   |                              |            |                                |                                    |      |
| 12         | <p><b>Modulbeauftragte/r:</b></p> <p>Prof. Dr.-Ing. Elmar Moritzer</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                    |                              |                   |                              |            |                                |                                    |      |
| 13         | <p><b>Sonstige Hinweise:</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                    |                              |                   |                              |            |                                |                                    |      |

## 4.8 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<br>Metallische Werkstoffe für den Fahrzeugbau                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |               |     | V2<br>Ü1,<br>WS | 45              | 75                | P             | 20-60             |
| b)                                                        | L.104.42231<br>Werkstoffmechanik der Kunststoffe                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |               |     | V2<br>Ü1,<br>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:                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |               |     |                 |                 |                   |               |                   |
|                                                           | <ul style="list-style-type: none"><li>• Erzeugung des Rohmaterials unter besonderer Berücksichtigung der industriell relevanten ökologischen und ökonomischen Aspekte</li><li>• Erzeugung von Halbzeugen</li><li>• Typische Prozesse der Weiterverarbeitung zu Bauteilen und Komponenten</li><li>• Beispiele für konkrete Einsatzszenarien</li><li>• Entsprechende Bauteileigenschaften</li></ul> |               |     |                 |                 |                   |               |                   |

#### 4 Vertiefungsrichtungsabhängige Wahlpflichtmodule

|            | <b>Inhalte der Lehrveranstaltung Werkstoffmechanik der Kunststoffe:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundbegriffe der Werkstoffmechanik</li> <li>• Linearelastisches Werkstoffverhalten</li> <li>• Elastoplastisches Werkstoffverhalten</li> <li>• Mechanische Zustandsgleichung für den plastischen Anteil der Gesamtverformung</li> <li>• Spezifische Beschreibung bei schwingender Beanspruchung</li> <li>• Rheologische Modelle</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                        |                              |                   |                              |            |                                |                                        |      |  |  |
|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|------------------------------|-------------------|------------------------------|------------|--------------------------------|----------------------------------------|------|--|--|
| 5          | <b>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:</b><br><br>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          | <b>Prüfungsleistung:</b><br><input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP) <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP) <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                        |                              |                   |                              |            |                                |                                        |      |  |  |
|            | <table border="1"> <thead> <tr> <th>zu</th><th>Prüfungsform</th><th>Dauer bzw. Umfang</th><th>Gewichtung für die Modulnote</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a) -<br/>b)</td><td>Klausur oder mündliche Prüfung</td><td>180 - 240 Minuten oder 45 - 60 Minuten</td><td>100%</td></tr> </tbody> </table>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | zu                                     | Prüfungsform                 | Dauer bzw. Umfang | Gewichtung für die Modulnote | a) -<br>b) | Klausur oder mündliche Prüfung | 180 - 240 Minuten oder 45 - 60 Minuten | 100% |  |  |
| zu         | Prüfungsform                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Dauer bzw. Umfang                      | Gewichtung für die Modulnote |                   |                              |            |                                |                                        |      |  |  |
| a) -<br>b) | Klausur oder mündliche Prüfung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 180 - 240 Minuten oder 45 - 60 Minuten | 100%                         |                   |                              |            |                                |                                        |      |  |  |
| 7          | <b>Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:</b><br>keine / none                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                        |                              |                   |                              |            |                                |                                        |      |  |  |
| 8          | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:</b><br>keine / none                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                        |                              |                   |                              |            |                                |                                        |      |  |  |
| 9          | <b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten:</b><br>Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                        |                              |                   |                              |            |                                |                                        |      |  |  |
| 10         | <b>Gewichtung für Gesamtnote:</b><br>Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                        |                              |                   |                              |            |                                |                                        |      |  |  |
| 11         | <b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:</b><br>Masterstudiengang Maschinenbau, Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                        |                              |                   |                              |            |                                |                                        |      |  |  |
| 12         | <b>Modulbeauftragte/r:</b><br>Prof. Dr. Mirko Schaper                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                        |                              |                   |                              |            |                                |                                        |      |  |  |

#### *4 Vertiefungsrichtungsabhängige Wahlpflichtmodule*

|    |                           |
|----|---------------------------|
| 13 | <b>Sonstige Hinweise:</b> |
|----|---------------------------|

## 4.9 Prozessintensivierung und -simulation

| Prozessintensivierung und -simulation |                                                               |                 |                        |                          |                         |                          |  |
|---------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-----------------|------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|--|
| Chemical engineering processes        |                                                               |                 |                        |                          |                         |                          |  |
| <b>Modulnummer:</b>                   | <b>Workload (h):</b>                                          | <b>LP:</b>      | <b>Studiensem.:</b>    | <b>Turnus:</b>           | <b>Dauer (in Sem.):</b> | <b>Sprache:</b>          |  |
| M.104.7329                            | 240                                                           | 8               | 1.-3. Semester         | Sommersemester           | 1                       | de / en                  |  |
| 1                                     | <b>Modulstruktur:</b>                                         |                 |                        |                          |                         |                          |  |
|                                       | <b>Lehrveranstaltung</b>                                      | <b>Lehrform</b> | <b>Kontaktzeit (h)</b> | <b>Selbststudium (h)</b> | <b>Status (P/WP)</b>    | <b>Gruppengröße (TN)</b> |  |
| a)                                    | L.104.31280<br>Prozessintensivierung in der Verfahrenstechnik | V2<br>Ü1, SS    | 45                     | 75                       | P                       | 20 - 40                  |  |
| b)                                    | L.104.32255<br>Process modelling and simulation               | V1<br>Ü3, SS    | 45                     | 75                       | P                       | 20 - 40                  |  |
| 2                                     | <b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b>                |                 |                        |                          |                         |                          |  |
|                                       | keine                                                         |                 |                        |                          |                         |                          |  |
| 3                                     | <b>Teilnahmevoraussetzungen:</b>                              |                 |                        |                          |                         |                          |  |
|                                       | keine / none                                                  |                 |                        |                          |                         |                          |  |

|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4 | <p><b>Inhalte:</b></p> <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Prozessintensivierung in der Verfahrenstechnik:</i></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Einführung<ul style="list-style-type: none"><li>• Prozessintensivierung: Idee und Motivation</li><li>• Prozessintensivierung: Dimensionen</li></ul></li><li>2. Grundlagen<ul style="list-style-type: none"><li>• Gleichgewichte und Reaktionskinetik</li><li>• Wärme- und Stofftransport</li><li>• Modellierungsmethoden für die Prozessintensivierung</li></ul></li><li>3. Prozessintensivierung mittels Reaktion<ul style="list-style-type: none"><li>• Reaktivdestillation</li><li>• Reaktivabsorption</li></ul></li><li>4. Trennwandkolonnen</li><li>5. Rotierende Maschinen</li><li>6. Hybride Trennverfahren</li><li>7. Mikroverfahrenstechnik</li><li>8. Rechnergestützte Übung (Aspen Custom Modeler, Aspen Plus)</li></ol> <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Process modelling and simulation:</i></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Grundlagen der modernen Modellierungsmethoden</li><li>2. Fluide Prozesse (AspenTech Aspen Plus)<ul style="list-style-type: none"><li>• Einleitung in die Software Aspen Plus</li><li>• Auswahl und Anwendung von Stoffdatenmodellen</li><li>• Simulation von typischen Problemen aus der Verfahrenstechnik</li><li>• Kolonnendesign</li><li>• Wärmeübertragung</li><li>• Reaktionen</li></ul></li><li>3. Feststoffprozesse (AspenTech, Aspen Plus, Parsival, DyssolTec)<ul style="list-style-type: none"><li>• Besonderheit von Feststoffprozessen</li><li>• Beschreibung verteilter Größen</li><li>• Exemplarische Simulation von komplexen Feststoffprozessen</li><li>• Modellierung und Simulation mittels Populationsbilanzen</li></ul></li></ol> |
|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

#### 4 Vertiefungsrichtungsabhängige Wahlpflichtmodule

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                          |                                     |                          |                                     |    |                   |               |      |    |                         |  |            |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|----|-------------------|---------------|------|----|-------------------------|--|------------|
| 5  | <b>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:</b><br><br>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 komplex 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  | <b>Prüfungsleistung:</b><br><br><input type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP) <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP) <input checked="" type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)<br><table><tr><td>zu</td><td><b>Prüfungsform</b></td><td><b>Dauer bzw. Umfang</b></td><td><b>Gewichtung für die Modulnote</b></td></tr><tr><td>a)</td><td>mündliche Prüfung</td><td>30-45 Minuten</td><td>50 %</td></tr><tr><td>b)</td><td>Gesamtheit der Versuche</td><td></td><td>50 %; s.u.</td></tr></table><br>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.<br>In der Prüfung sollen die Studierenden für exemplarische Problemstellungen die zugrundeliegenden Elementarprozesse erläutern sowie geeignete Verfahren und Apparate auswählen und grundlegend auslegen.                                                                                                                                                                                                                                                                                      | zu                       | <b>Prüfungsform</b>                 | <b>Dauer bzw. Umfang</b> | <b>Gewichtung für die Modulnote</b> | a) | mündliche Prüfung | 30-45 Minuten | 50 % | b) | Gesamtheit der Versuche |  | 50 %; s.u. |
| zu | <b>Prüfungsform</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <b>Dauer bzw. Umfang</b> | <b>Gewichtung für die Modulnote</b> |                          |                                     |    |                   |               |      |    |                         |  |            |
| a) | mündliche Prüfung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 30-45 Minuten            | 50 %                                |                          |                                     |    |                   |               |      |    |                         |  |            |
| b) | Gesamtheit der Versuche                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                          | 50 %; s.u.                          |                          |                                     |    |                   |               |      |    |                         |  |            |
| 7  | <b>Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:</b><br><br>keine / none                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                          |                                     |                          |                                     |    |                   |               |      |    |                         |  |            |
| 8  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:</b><br><br>keine / none                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                          |                                     |                          |                                     |    |                   |               |      |    |                         |  |            |
| 9  | <b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten:</b><br><br>Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulteilprüfungen bestanden sind.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                          |                                     |                          |                                     |    |                   |               |      |    |                         |  |            |
| 10 | <b>Gewichtung für Gesamtnote:</b><br><br>Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                          |                                     |                          |                                     |    |                   |               |      |    |                         |  |            |

#### 4 Vertiefungsrichtungsabhängige Wahlpflichtmodule

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

## 4.10 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<br>Faserverbundmaterialien                                                                                                                                                                                                                                     |               |     | V2<br>Ü1,<br>SS | 45              | 75                | P             | 20-40             |
| b)                                         | L.104.41240<br>Kautschukverarbeitung                                                                                                                                                                                                                                       |               |     | V2<br>Ü1,<br>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:                                                                                                                                                                                                                     |               |     |                 |                 |                   |               |                   |
|                                            | <ul style="list-style-type: none"><li>• Verstärkungsfasern</li><li>• Textile Halbzeuge</li><li>• Kunststoffe als Matrices</li><li>• Eigenschaften von faserverstärkten Kunststoffen (Faser und Matrix im Verbund)</li><li>• Herstell- und Verarbeitungsverfahren</li></ul> |               |     |                 |                 |                   |               |                   |

#### 4 Vertiefungsrichtungsabhängige Wahlpflichtmodule

|            | <b>Inhalte der Lehrveranstaltung Kautschukverarbeitung:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rohstoffe der Kautschukindustrie</li> <li>• Charakterisierung verarbeitungsrelevanter Stoffeigenschaften</li> <li>• Mischen</li> <li>• Verfahrenstechnische Analyse des Mischprozesses im Innenmischer</li> <li>• Extrudieren von Kautschukmischungen</li> <li>• Verfahrenstechnische Analyse der Kautschukextrusion</li> <li>• Formteilherstellung</li> <li>• Prüfen von Kautschukmischungen / Elastomeren</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                     |                                    |                              |                   |                              |            |                                |                                    |      |  |  |
|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|------------------------------|-------------------|------------------------------|------------|--------------------------------|------------------------------------|------|--|--|
| 5          | <b>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:</b><br><br>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          | <b>Prüfungsleistung:</b><br><input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP) <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP) <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                    |                              |                   |                              |            |                                |                                    |      |  |  |
|            | <table border="1"> <thead> <tr> <th>zu</th><th>Prüfungsform</th><th>Dauer bzw. Umfang</th><th>Gewichtung für die Modulnote</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a) -<br/>b)</td><td>Klausur oder mündliche Prüfung</td><td>180-240 Minuten oder 45-60 Minuten</td><td>100%</td></tr> </tbody> </table>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | zu                                 | Prüfungsform                 | Dauer bzw. Umfang | Gewichtung für die Modulnote | a) -<br>b) | Klausur oder mündliche Prüfung | 180-240 Minuten oder 45-60 Minuten | 100% |  |  |
| zu         | Prüfungsform                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Dauer bzw. Umfang                  | Gewichtung für die Modulnote |                   |                              |            |                                |                                    |      |  |  |
| a) -<br>b) | Klausur oder mündliche Prüfung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 180-240 Minuten oder 45-60 Minuten | 100%                         |                   |                              |            |                                |                                    |      |  |  |
| 7          | <b>Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:</b><br>keine / none                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                    |                              |                   |                              |            |                                |                                    |      |  |  |
| 8          | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:</b><br>keine / none                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                    |                              |                   |                              |            |                                |                                    |      |  |  |
| 9          | <b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten:</b><br>Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                    |                              |                   |                              |            |                                |                                    |      |  |  |
| 10         | <b>Gewichtung für Gesamtnote:</b><br>Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                    |                              |                   |                              |            |                                |                                    |      |  |  |
| 11         | <b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:</b><br>Masterstudiengang Chemieingenieurwesen, Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                    |                              |                   |                              |            |                                |                                    |      |  |  |
| 12         | <b>Modulbeauftragte/r:</b><br>Prof. Dr.-Ing. Elmar Moritzer                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                    |                              |                   |                              |            |                                |                                    |      |  |  |

#### *4 Vertiefungsrichtungsabhängige Wahlpflichtmodule*

|    |                           |
|----|---------------------------|
| 13 | <b>Sonstige Hinweise:</b> |
|----|---------------------------|

## 4.11 Werkstoffmechanik

| Werkstoffmechanik      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                 |                        |                          |                         |                          |  |
|------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|--|
| Mechanics of materials |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                 |                        |                          |                         |                          |  |
| <b>Modulnummer:</b>    | <b>Workload (h):</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | <b>LP:</b>      | <b>Studiensem.:</b>    | <b>Turnus:</b>           | <b>Dauer (in Sem.):</b> | <b>Sprache:</b>          |  |
| M.104.7234             | 240                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 8               | 1.-3. Semester         | Sommersemester           | 1                       | de / en                  |  |
| 1                      | <b>Modulstruktur:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                 |                        |                          |                         |                          |  |
|                        | <b>Lehrveranstaltung</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <b>Lehrform</b> | <b>Kontaktzeit (h)</b> | <b>Selbststudium (h)</b> | <b>Status (P/WP)</b>    | <b>Gruppengröße (TN)</b> |  |
| a)                     | L.104.22260<br>Simulation of materials                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | V2<br>Ü1,<br>SS | 45                     | 75                       | P                       | 20-40                    |  |
| b)                     | L.104.22235<br>Numerische Methoden in der Mechanik                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | V2<br>Ü1,<br>SS | 45                     | 75                       | P                       | 20-40                    |  |
| 2                      | <b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                 |                        |                          |                         |                          |  |
|                        | keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                 |                        |                          |                         |                          |  |
| 3                      | <b>Teilnahmevoraussetzungen:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                 |                        |                          |                         |                          |  |
|                        | keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                 |                        |                          |                         |                          |  |
| 4                      | <b>Inhalte:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                 |                        |                          |                         |                          |  |
|                        | <i>Inhalte der Lehrveranstaltung Simulation of materials:</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                 |                        |                          |                         |                          |  |
|                        | <ul style="list-style-type: none"><li>• Modellgleichungen der Elastoplastizität, Viskoelastizität und Viskoplastizität</li><li>• Ein- und mehrdimensionale Formulierung der konstitutiven Gleichungen</li><li>• Anwendungen der FEM in Pre- und Post-Processing mit Abaqus CAE</li><li>• Implementierung in MATLAB: Eindimensionale Elastoplastizität mit linearer und nichtlinearer isotroper Verfestigung</li></ul> |                 |                        |                          |                         |                          |  |

#### 4 Vertiefungsrichtungsabhängige Wahlpflichtmodule

|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   | <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Numerische Methoden in der Mechanik:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundbegriffe: Anfangsrandwertprobleme der Thermo-Elastizität und Thermo-Mechanik, Taylor-Reihe.</li> <li>• Bilanzgleichungen: Ein - und zweidimensionale Wärmebilanzgleichung, Massenbilanz, Kräftebilanz.</li> <li>• Lineare Gleichungssystem: Koeffizientendarstellung, Matrixdarstellung, Gaußverfahren, Pivotierung, Gauß-Seidel, iteratives Verfahren.</li> <li>• Finite-Differenzen-Methode: Leuchtturm, eindimensionale Wärmeleitungsgleichung mit der FDM.</li> <li>• Gewöhnliche Differentialgleichungen: 1.Ordnung, N.Ordnung, Systeme von gewöhnlichen Differentialgleichungen.</li> <li>• Anfangsrandwertprobleme: Rand- Anfangsbedingungen, Stoffgesetze, kinematische Beziehungen, Beispiel: Einaxial belasteter Stab und Temperaturprobleme.</li> <li>• 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.</li> <li>• Adaptivität: Algorithmen, exakte Lösung, lokaler Fehler, Richardson Extrapolation, Schrittweitensteuerung, Fehlerschätzer.</li> </ul> <p><i>Contents of the course Simulation of materials:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modell equations of elasto plasticity, visco elasticity and visco plasticity</li> <li>• One and multi dimensional of constitutive equations</li> <li>• Applications of FEM in Pre- und Post-Processing</li> <li>• Implementation in MATLAB: One dimensional elasto plasticity with linear and nonlinear hardening</li> </ul> |
| 5 | <p><b>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:</b></p> <p>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.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |

#### 4 Vertiefungsrichtungsabhängige Wahlpflichtmodule

|    |                                                                                                                                                                                          |                                |                                     |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------|
| 6  | <b>Prüfungsleistung:</b><br><input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP) <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP) <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP) |                                |                                     |
|    | zu                                                                                                                                                                                       | <b>Prüfungsform</b>            | <b>Dauer bzw. Umfang</b>            |
|    | a) -<br>b)                                                                                                                                                                               | Klausur oder mündliche Prüfung | 180-240 Minuten oder 45-60 Minuten  |
|    |                                                                                                                                                                                          |                                | <b>Gewichtung für die Modulnote</b> |
|    |                                                                                                                                                                                          |                                | 100%                                |
|    | In der Prüfung sollen die Studierenden für exemplarische Problemstellungen die zugrundeliegenden Methoden erläutern, sowie für Berechnungsbeispiele detaillierte Lösungen finden.        |                                |                                     |
| 7  | <b>Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:</b><br>keine / none                                                                                                                        |                                |                                     |
| 8  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:</b><br>keine / none                                                                                                                   |                                |                                     |
| 9  | <b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten:</b><br>Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.                                   |                                |                                     |
| 10 | <b>Gewichtung für Gesamtnote:</b><br>Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).                                                                         |                                |                                     |
| 11 | <b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:</b><br>Masterstudiengang Chemieingenieurwesen, Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau               |                                |                                     |
| 12 | <b>Modulbeauftragte/r:</b><br>Univ.-Prof. Dr.-Ing. Richard Ostwald                                                                                                                       |                                |                                     |
| 13 | <b>Sonstige Hinweise:</b>                                                                                                                                                                |                                |                                     |

## 4.12 Werkzeugauslegung in der Kunststoffverarbeitung

| Werkzeugauslegung in der Kunststoffverarbeitung |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                 |                        |                          |                         |                          |  |
|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|--|
| Tool design in polymer processing               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                 |                        |                          |                         |                          |  |
| <b>Modulnummer:</b>                             | <b>Workload (h):</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <b>LP:</b>      | <b>Studiensem.:</b>    | <b>Turnus:</b>           | <b>Dauer (in Sem.):</b> | <b>Sprache:</b>          |  |
| M.104.7210                                      | 240                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 8               | 1.-3. Semester         | Sommersemester           | 1                       | de                       |  |
| 1                                               | <b>Modulstruktur:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                 |                        |                          |                         |                          |  |
|                                                 | <b>Lehrveranstaltung</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <b>Lehrform</b> | <b>Kontaktzeit (h)</b> | <b>Selbststudium (h)</b> | <b>Status (P/WP)</b>    | <b>Gruppengröße (TN)</b> |  |
| a)                                              | L.104.42250<br>Digitalbasierte Simulationsverfahren in der Kunststofftechnik                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | V2<br>Ü1, SS    | 45                     | 75                       | P                       | 40-60                    |  |
| b)                                              | L.104.42290<br>Werkzeuge der Kunststoffverarbeitung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | V2<br>Ü1, SS    | 45                     | 75                       | P                       | 40-60                    |  |
| 2                                               | <b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                 |                        |                          |                         |                          |  |
|                                                 | keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                 |                        |                          |                         |                          |  |
| 3                                               | <b>Teilnahmevoraussetzungen:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                 |                        |                          |                         |                          |  |
|                                                 | Empfohlen: Grundlagen der Verfahrenstechnik und der Kunststoffverarbeitung                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                 |                        |                          |                         |                          |  |
| 4                                               | <b>Inhalte:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                 |                        |                          |                         |                          |  |
|                                                 | <i>Inhalte der Lehrveranstaltung Digitalbasierte Simulationsverfahren in der Kunststofftechnik:</i> <ul style="list-style-type: none"><li>• Materialdaten</li><li>• Erhaltungssätze</li><li>• Analytik</li><li>• Finite-Differenzen-Methode</li><li>• Netzwerktheorie</li><li>• Ähnlichkeitstheorie/Scale-up</li><li>• Einsatz in den Simulationsprogrammen REX,PSI</li></ul> |                 |                        |                          |                         |                          |  |

#### 4 Vertiefungsrichtungsabhängige Wahlpflichtmodule

|            | <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Werkzeuge der Kunststoffverarbeitung:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stoffdaten</li> <li>• Einfache isotherme Strömungen</li> <li>• Nichtisotherme Strömungen</li> <li>• Extrusionswerkzeuge</li> <li>• Werkzeuge mit kreisförmigen Austrittsquerschnitt</li> <li>• Werkzeuge mit kreisringspaltförmigen Querschnitt</li> <li>• Werkzeuge mit ebenem schlitzförmigem Austrittsquerschnitt</li> <li>• Werkzeuge mit beliebigem Austrittsquerschnitt</li> <li>• Spritzgießwerkzeuge</li> <li>• Düsensysteme</li> <li>• Angussysteme</li> <li>• Werkzeugbauarten</li> <li>• Füllbildsimulation</li> </ul> |                                        |                              |    |              |                   |                              |            |                                |                                        |      |
|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|------------------------------|----|--------------|-------------------|------------------------------|------------|--------------------------------|----------------------------------------|------|
| 5          | <p><b>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:</b></p> <p>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.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                        |                              |    |              |                   |                              |            |                                |                                        |      |
| 6          | <p><b>Prüfungsleistung:</b></p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP)      <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP)      <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>zu</th><th>Prüfungsform</th><th>Dauer bzw. Umfang</th><th>Gewichtung für die Modulnote</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a) -<br/>b)</td><td>Klausur oder mündliche Prüfung</td><td>180 - 240 Minuten oder 45 - 60 Minuten</td><td>100%</td></tr> </tbody> </table>                                                                                                                                      |                                        |                              | zu | Prüfungsform | Dauer bzw. Umfang | Gewichtung für die Modulnote | a) -<br>b) | Klausur oder mündliche Prüfung | 180 - 240 Minuten oder 45 - 60 Minuten | 100% |
| zu         | Prüfungsform                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Dauer bzw. Umfang                      | Gewichtung für die Modulnote |    |              |                   |                              |            |                                |                                        |      |
| a) -<br>b) | Klausur oder mündliche Prüfung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 180 - 240 Minuten oder 45 - 60 Minuten | 100%                         |    |              |                   |                              |            |                                |                                        |      |
| 7          | <p><b>Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:</b></p> <p>keine / none</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                        |                              |    |              |                   |                              |            |                                |                                        |      |
| 8          | <p><b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:</b></p> <p>keine / none</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                        |                              |    |              |                   |                              |            |                                |                                        |      |
| 9          | <p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten:</b></p> <p>Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                        |                              |    |              |                   |                              |            |                                |                                        |      |
| 10         | <p><b>Gewichtung für Gesamtnote:</b></p> <p>Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                        |                              |    |              |                   |                              |            |                                |                                        |      |

#### 4 Vertiefungsrichtungsabhängige Wahlpflichtmodule

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

## 5 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.

### 5.1 Antriebstechnik

| Antriebstechnik     |                                                                                                                     |                                |                 |                        |                          |                         |                          |
|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|-----------------|------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|
| Drive Technology    |                                                                                                                     |                                |                 |                        |                          |                         |                          |
| <b>Modulnummer:</b> |                                                                                                                     | <b>Workload (h):</b>           | <b>LP:</b>      | <b>Studiensem.:</b>    | <b>Turnus:</b>           | <b>Dauer (in Sem.):</b> | <b>Sprache:</b>          |
| M.104.7218          |                                                                                                                     | 240                            | 8               | 1.-3. Semester         | Wintersemester           | 1                       | de                       |
| 1                   | <b>Modulstruktur:</b>                                                                                               |                                |                 |                        |                          |                         |                          |
|                     |                                                                                                                     | <b>Lehrveranstaltung</b>       | <b>Lehrform</b> | <b>Kontaktzeit (h)</b> | <b>Selbststudium (h)</b> | <b>Status (P/WP)</b>    | <b>Gruppengröße (TN)</b> |
|                     | a)                                                                                                                  | L.104.14232<br>Antriebstechnik | V4<br>Ü2,<br>WS | 90                     | 150                      | P                       | 30-60                    |
| 2                   | <b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b>                                                                      |                                |                 |                        |                          |                         |                          |
|                     | keine                                                                                                               |                                |                 |                        |                          |                         |                          |
| 3                   | <b>Teilnahmevoraussetzungen:</b>                                                                                    |                                |                 |                        |                          |                         |                          |
|                     | Empfohlen: Grundkenntnisse in Maschinenelemente, Technischer Mechanik und Mathematik, Grundlagen der Elektrotechnik |                                |                 |                        |                          |                         |                          |

## 5 Technische Wahlpflichtmodule

|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4 | <p><b>Inhalte:</b></p> <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Antriebstechnik:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Grundlagen:</i> 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.</li> <li>• <i>Elektrische Maschinen:</i> Das Kapitel beinhaltet die Erläuterung von Gleich- sowie Wechselstrommotoren, deren Funktionsweise und behandelt besondere Motorenbauformen.</li> <li>• <i>Antriebe mit Frequenzumrichter:</i> Es wird auf die Funktionsweise von Frequenzumrichtern eingegangen und relevante Aspekte für den Betrieb anhand von Anwendungsbeispielen erläutert.</li> <li>• <i>Zahnradgetriebe:</i> Die Funktion und wichtige Eigenschaften für die Getriebeauslegung, Baukastensysteme sowie Sonderbauformen werden beschrieben.</li> <li>• <i>Multi Motor Drive Systems (MMDS):</i> MMDS werden Single Motor Drive Systems (SMDS) gegenübergestellt und Anforderungen an die Auslegung sowie sinnvolle Betriebsstrategien erläutert.</li> <li>• <i>Kupplungen und Bremsen:</i> Zunächst werden grundlegende Funktionen von Kupplungen und relevante Bauformen vorgestellt. Beschleunigungs- und Abbremsvorgänge werden tiefergehend erläutert und Anwendungsbeispiele, insbesondere für eine Federkraftbremse, beschrieben.</li> </ul> <p><i>Contents of the course Antriebstechnik:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Fundamentals:</i> 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.</li> <li>• <i>Electrical machines:</i> Direct- and alternating motors, their behavior and special motor designs are explained.</li> <li>• <i>Frequency inverters:</i> The Functionality of inverters and relevant aspects for usage are described, including application examples.</li> <li>• <i>Gear transmission:</i> Function and important properties of transmission design, modular systems and special designs are presented.</li> <li>• <i>Multi motor drive systems MMDS:</i> MMDS and single motor drive systems are compared and design requirements as well as operating strategies are described.</li> <li>• <i>Clutch and brake:</i> 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.</li> </ul> |
| 5 | <p><b>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:</b></p> <p>Die Veranstaltungen vermitteln systematisch aufgebaute Kenntnisse zu elektromechanischen Antriebssystemen und die Fähigkeiten, diese Systeme anwendungsgerecht auszuwählen und auszulegen. Die Studierenden können</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

## 5 Technische Wahlpflichtmodule

|    | <ul style="list-style-type: none"><li>• zur Beschreibung von Bewegungsverhalten relevante physikalische Gesetzmäßigkeiten nennen und zur Lösung antriebstechnischer Fragestellungen heranziehen,</li><li>• die Zuordnung von Antrieben zu Prozessen, die in Maschinen- und Anlagen ablaufen, vornehmen sowie die relevanten Merkmale der Antriebskomponenten festlegen,</li><li>• die Funktionsweise und die Eigenschaften der Komponenten elektromechanischer Antriebssysteme beschreiben (vgl. Inhalt) und</li><li>• 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.</li></ul> <p>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</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• name relevant physical principles to describe motion behavior and use them to solve drive-technological problems</li><li>• assign drives to processes taking place in machines and plants and determine the relevant characteristics of the drive components</li><li>• describe the functional principle and properties of the components of electromechanical drive systems (compare content) and</li><li>• 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.</li></ul> |                                    |                              |                   |                              |    |                                |                                    |      |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|------------------------------|-------------------|------------------------------|----|--------------------------------|------------------------------------|------|
| 6  | <p><b>Prüfungsleistung:</b></p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP)      <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP)      <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)</p> <table><tr><th>zu</th><th>Prüfungsform</th><th>Dauer bzw. Umfang</th><th>Gewichtung für die Modulnote</th></tr><tr><td>a)</td><td>Klausur oder mündliche Prüfung</td><td>120-150 Minuten oder 45-60 Minuten</td><td>100%</td></tr></table>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | zu                                 | Prüfungsform                 | Dauer bzw. Umfang | Gewichtung für die Modulnote | a) | Klausur oder mündliche Prüfung | 120-150 Minuten oder 45-60 Minuten | 100% |
| zu | Prüfungsform                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Dauer bzw. Umfang                  | Gewichtung für die Modulnote |                   |                              |    |                                |                                    |      |
| a) | Klausur oder mündliche Prüfung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 120-150 Minuten oder 45-60 Minuten | 100%                         |                   |                              |    |                                |                                    |      |
| 7  | <p><b>Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:</b></p> <p>keine / none</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                    |                              |                   |                              |    |                                |                                    |      |
| 8  | <p><b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:</b></p> <p>keine / none</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                    |                              |                   |                              |    |                                |                                    |      |
| 9  | <p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten:</b></p> <p>Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                    |                              |                   |                              |    |                                |                                    |      |
| 10 | <p><b>Gewichtung für Gesamtnote:</b></p> <p>Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                    |                              |                   |                              |    |                                |                                    |      |

## 5 Technische Wahlpflichtmodule

|    |                                                                                                                                                                    |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 11 | <b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:</b><br>Masterstudiengang Maschinenbau, Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau |
| 12 | <b>Modulbeauftragte/r:</b><br>Prof. Dr. Balázs Magyar                                                                                                              |
| 13 | <b>Sonstige Hinweise:</b>                                                                                                                                          |

## 5.2 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<br>Beschichtungstechnik           |     | V2<br>Ü1,<br>SS | 45              | 75                | P             | 20 - 40           |
|                                             | b)                                                                             | L.104.23210<br>Korrosion und Korrosionsschutz |     | V2<br>P1,<br>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 | <p><b>Inhalte:</b></p> <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Beschichtungstechnik:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Korrosion</li> <li>• chemische Korrosion</li> <li>• elektrochemische Korrosion</li> <li>• Verschleiß</li> <li>• Abrasionsverschleiß</li> <li>• Adhäsionsverschleiß</li> <li>• Ermüdungsverschleiß</li> <li>• Beschichtungsverfahren/Industrielle Anwendungen</li> <li>• Tauchschmelzbeschichten</li> <li>• Galvanisieren</li> <li>• Anodisieren</li> <li>• Thermische Spritzverfahren</li> <li>• Auftragschweißen</li> <li>• PVD - Beschichten</li> <li>• CVD - Beschichten</li> <li>• Prüfung und Kontrolle beschichteter Bauteile</li> <li>• Arbeitssicherheit, Umwelt</li> </ul> <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Korrosion und Korrosionsschutz:</i></p> <p>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:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elektrochemische Korrosion:</li> <li>• Grundbegriffe</li> <li>• Lochkorrosion</li> <li>• Selektive Korrosion</li> <li>• Interkristalline Korrosion</li> <li>• Spannungsrisskorrosion</li> <li>• Anodischer und kathodischer Korrosionsschutz</li> <li>• Passiver Korrosionsschutz</li> <li>• Korrosionsprüfverfahren</li> <li>• Praxisbeispiele</li> <li>• Korrosion in der Biomedizintechnik.</li> </ul> |
| 5 | <p><b>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:</b></p> <p>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.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |

## 5 Technische Wahlpflichtmodule

|    |                                                                                                                                                                                                                   |                                |                                        |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|----------------------------------------|
| 6  | <b>Prüfungsleistung:</b><br><input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP) <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP) <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)                          |                                |                                        |
|    | zu                                                                                                                                                                                                                | <b>Prüfungsform</b>            | <b>Dauer bzw. Umfang</b>               |
|    | a) -<br>b)                                                                                                                                                                                                        | Klausur oder mündliche Prüfung | 180 - 240 Minuten oder 45 - 60 Minuten |
|    | <b>Gewichtung für die Modulnote</b><br>100%                                                                                                                                                                       |                                |                                        |
|    | In der Prüfung sollen die Studierenden für exemplarische Problemstellungen die zugrundeliegenden Mechanismen erläutern sowie geeignete Verfahren auswählen und hinsichtlich ihrer Eigenschaften charakterisieren. |                                |                                        |
| 7  | <b>Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:</b><br>keine / none                                                                                                                                                 |                                |                                        |
| 8  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:</b><br>keine / none                                                                                                                                            |                                |                                        |
| 9  | <b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten:</b><br>Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.                                                            |                                |                                        |
| 10 | <b>Gewichtung für Gesamtnote:</b><br>Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).                                                                                                  |                                |                                        |
| 11 | <b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:</b><br>Masterstudiengang Maschinenbau, Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau                                                |                                |                                        |
| 12 | <b>Modulbeauftragte/r:</b><br>Prof. Dr.-Ing. Gerson Meschut                                                                                                                                                       |                                |                                        |
| 13 | <b>Sonstige Hinweise:</b>                                                                                                                                                                                         |                                |                                        |

## 5.3 Biomechanik

| Biomechanik         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                 |                        |                          |                         |                          |  |
|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|--|
| Biomechanics        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                 |                        |                          |                         |                          |  |
| <b>Modulnummer:</b> | <b>Workload (h):</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <b>LP:</b>      | <b>Studiensem.:</b>    | <b>Turnus:</b>           | <b>Dauer (in Sem.):</b> | <b>Sprache:</b>          |  |
| M.104.7700          | 240                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 8               | 1.-3. Semester         | Wintersemester           | 1                       | de                       |  |
| 1                   | <b>Modulstruktur:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                 |                        |                          |                         |                          |  |
|                     | <b>Lehrveranstaltung</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <b>Lehrform</b> | <b>Kontaktzeit (h)</b> | <b>Selbststudium (h)</b> | <b>Status (P/WP)</b>    | <b>Gruppengröße (TN)</b> |  |
| a)                  | L.104.13260<br>Biomechanik des menschlichen Bewegungsapparats                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | V2<br>Ü1,<br>WS | 45                     | 75                       | P                       | 30-60                    |  |
| b)                  | L.104.13263<br>Biomechanik in der Technischen Orthopädie                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | V2<br>Ü1,<br>WS | 45                     | 75                       | P                       | 30-60                    |  |
| 2                   | <b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                 |                        |                          |                         |                          |  |
|                     | keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                 |                        |                          |                         |                          |  |
| 3                   | <b>Teilnahmevoraussetzungen:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                 |                        |                          |                         |                          |  |
|                     | Empfohlen: Grundkenntnisse in Technischer Mechanik                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                 |                        |                          |                         |                          |  |
| 4                   | <b>Inhalte:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                 |                        |                          |                         |                          |  |
|                     | Das Modul Biomechanik beinhaltet die Themengebiete “Biomechanik des menschlichen Bewegungsapparats” und “Biomechanik in der Technischen Orthopädie”.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                 |                        |                          |                         |                          |  |
|                     | <i>Inhalte der Lehrveranstaltung Biomechanik des menschlichen Bewegungsapparats:</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                 |                        |                          |                         |                          |  |
|                     | Die Vorlesung Biomechanik des menschlichen Bewegungsapparats befasst sich insbesondere mit folgenden Punkten:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                 |                        |                          |                         |                          |  |
|                     | <ul style="list-style-type: none"><li>• Kinematik und Kinetik starrer Körper zur Beschreibung von Bewegungsvorgängen</li><li>• Statik und Kinematik des menschlichen Bewegungsapparats</li><li>• Mechanische Eigenschaften des passiven Bewegungsapparats, insbesondere der Knochen und Bänder</li><li>• Zusammenhang zwischen Gestalt bzw. Aufbau und mechanischer Funktion des Bewegungsapparats</li><li>• Darstellung der Möglichkeiten der Biomechanik zur Gestaltung und Optimierung von Heilungshilfen</li></ul> |                 |                        |                          |                         |                          |  |

## 5 Technische Wahlpflichtmodule

|            | <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Biomechanik in der Technischen Orthopädie:</i><br/>Die Vorlesung "Biomechanik in der Technischen Orthopädie" befasst sich mit den wesentlichen Grundlagen der Technischen Orthopädie. Insbesondere werden folgende Inhalte diskutiert:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Prinzipien der Technischen Orthopädie in Diagnostik und Versorgung</li><li>• Diagnostiktechniken: Blauabdruck, Pedobarographie, Posturographie, Scan-Verfahren und weitere</li><li>• Orthetik und Prothetik (Hilfsmittelversorgung)</li><li>• Amputationen und Rehabilitation mit Bezug zur technisch-orthopädischen Hilfsmittelversorgung</li><li>• Versorgungsbeispiele mit Patientendemonstration (z. B. Diabetisches Fußsyndrom, Charcot-Arthropathie, Arthrose, Hallux rigidus und weitere)</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                    |                              |                   |                              |            |                                |                                    |      |
|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|------------------------------|-------------------|------------------------------|------------|--------------------------------|------------------------------------|------|
| 5          | <p><b>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:</b></p> <p>Mit den Inhalten der Lehrveranstaltung "Biomechanik des menschlichen Bewegungsapparats" sind die Studierenden in der Lage. . .</p> <p>... 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.</p> <p>Mit den Inhalten der Lehrveranstaltung „Biomechanik in der Technischen Orthopädie“ sind die Studierenden in der Lage. . .</p> <p>... 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.</p> |                                    |                              |                   |                              |            |                                |                                    |      |
| 6          | <p><b>Prüfungsleistung:</b></p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP)      <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP)      <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)</p> <table><tr><th>zu</th><th>Prüfungsform</th><th>Dauer bzw. Umfang</th><th>Gewichtung für die Modulnote</th></tr><tr><td>a) -<br/>b)</td><td>Klausur oder mündliche Prüfung</td><td>180-240 Minuten oder 45-60 Minuten</td><td>100%</td></tr></table> <p>In der Prüfung sollen die Studierenden die wesentlichen Grundlagen der Biomechanik des menschlichen Bewegungsapparats sowie der Technischen Orthopädie wiedergeben, erklären und anwenden können.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | zu                                 | Prüfungsform                 | Dauer bzw. Umfang | Gewichtung für die Modulnote | a) -<br>b) | Klausur oder mündliche Prüfung | 180-240 Minuten oder 45-60 Minuten | 100% |
| zu         | Prüfungsform                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Dauer bzw. Umfang                  | Gewichtung für die Modulnote |                   |                              |            |                                |                                    |      |
| a) -<br>b) | Klausur oder mündliche Prüfung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 180-240 Minuten oder 45-60 Minuten | 100%                         |                   |                              |            |                                |                                    |      |

## 5 Technische Wahlpflichtmodule

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 7  | <b>Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:</b><br>keine / none                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 8  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:</b><br>keine / none                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 9  | <b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten:</b><br>Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 10 | <b>Gewichtung für Gesamtnote:</b><br>Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 11 | <b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:</b><br>Masterstudiengang Chemieingenieurwesen, Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 12 | <b>Modulbeauftragte/r:</b><br>Prof. Dr.-Ing. Gunter Kullmer                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 13 | <b>Sonstige Hinweise:</b><br>Literaturempfehlungen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Baumgartner, R.; Möller, M.; Stinus, H.: Orthopädieschuhtechnik, 3 Auflage. C. Maurer, Geislingen, 2018</li> <li>• Debrunner, J., Jacob, H.A.C.: Biomechanik des Fußes, 2. Auflage. Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart, 1998.</li> <li>• Hochlenert, D.; Engels, G.; Morbach, S.: Das diabetische Fußsyndrom - Über die Entität zur Therapie. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2014.</li> <li>• Kummer, B.: Biomechanik. Form und Funktion des Bewegungsapparates. Deutscher Ärzte-Verlag, Köln, 2005.</li> <li>• Richard, H. A., Kullmer, G.: Biomechanik. Grundlagen und Anwendungen auf den menschlichen Bewegungsapparat, 2. Auflage. Springer Vieweg, Wiesbaden, 2019.</li> </ul> |

## 5.4 Chemie in biologischen Systemen

| Chemie in biologischen Systemen |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                 |                        |                          |                         |                          |  |
|---------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|--|
|                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                 |                        |                          |                         |                          |  |
| <b>Modulnummer:</b>             | <b>Workload (h):</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <b>LP:</b>      | <b>Studiensem.:</b>    | <b>Turnus:</b>           | <b>Dauer (in Sem.):</b> | <b>Sprache:</b>          |  |
| M.104.7712                      | 240                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 8               | 2. Semester            | Wintersemester           | 1                       |                          |  |
| 1                               | <b>Modulstruktur:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                 |                        |                          |                         |                          |  |
|                                 | <b>Lehrveranstaltung</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <b>Lehrform</b> | <b>Kontaktzeit (h)</b> | <b>Selbststudium (h)</b> | <b>Status (P/WP)</b>    | <b>Gruppengröße (TN)</b> |  |
| a)                              | L.032.26435<br>Biochemie                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | V2,<br>WS       | 30                     | 45                       | P                       | 20 - 40                  |  |
| b)                              | L.032.24200<br>Medizinische Chemie                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | V2<br>Ü1,<br>WS | 45                     | 45                       | P                       | 20 - 40                  |  |
| c)                              | L.032.<br>Bioinspired materials                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | V2,<br>SS       | 30                     | 45                       | P                       |                          |  |
| 2                               | <b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                 |                        |                          |                         |                          |  |
|                                 | keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                 |                        |                          |                         |                          |  |
| 3                               | <b>Teilnahmevoraussetzungen:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                 |                        |                          |                         |                          |  |
|                                 | keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                 |                        |                          |                         |                          |  |
|                                 | <i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Bioinspired materials:</i><br>Die Vorlesung wird auf Englisch gehalten                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                 |                        |                          |                         |                          |  |
|                                 | <i>Prerequisites of course Bioinspired materials:</i><br>The lecture will be held in English                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                 |                        |                          |                         |                          |  |
| 4                               | <b>Inhalte:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                 |                        |                          |                         |                          |  |
|                                 | <i>Inhalte der Lehrveranstaltung Biochemie:</i><br>Aufbauend von molekularer Struktur zu Makromolekülen werden physikochem. Prozesse z.B. der Substratbindung oder Reproduktion erläutert. So werden essentielle enzymkatalysierte Reaktionen erarbeitet. Fundamentale Gesetze der Biochemie werden erläutert und Unterschiede zwischen Enzymhemmungen durch kinetische Methoden exemplarisch besprochen.                                                                                                                                   |                 |                        |                          |                         |                          |  |
|                                 | <i>Inhalte der Lehrveranstaltung Medizinische Chemie:</i><br>Biochemische und chemische Kenntnisse werden mit Methoden der medizinischen Chemie verknüpft (z.B. durch die Wirkungsweise von Medikamenten). Das Design ausgewählter organischer Verbindungen wird beleuchtet, wobei ein Schwerpunkt auf Begriffe der Pharmakophore, Bioisostere, Pharmakodynamik und Pharmakokinetik gelegt wird. Im zweiten Teil werden die erworbenen Kenntnisse durch Fallbeispielen aus der Entwicklung von Pharmaka bis zur Marktreife veranschaulicht. |                 |                        |                          |                         |                          |  |

## 5 Technische Wahlpflichtmodule

|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   | <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Bioinspired materials:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>I. Einleitung: Definition von bioinspirierten Materialien und Überblick über natürliche Materialien und ihre Eigenschaften</li> <li>II. Biomoleküle: Überblick über biologische Moleküle und ihre Eigenschaften sowie Beispiele für Biomoleküle, die in bioinspirierten Materialien verwendet werden (z. B. Proteine, Polysaccharide)</li> <li>III. Bioinspirierte Materialien aus natürlichen Quellen: Untersuchung natürlicher Materialien und ihrer Eigenschaften (z. B. Spinnenseide, Muscheln, Holz) sowie Nachbildung und Nachahmung von natürlichen Materialien im Labor</li> <li>IV. Anwendungen von bioinspirierten Materialien: Beispiele für aktuelle und potenzielle Anwendungen (z. B. Biomedizin, Umwelt, Energie)</li> <li>V. Herausforderungen und Vorteile: Diskussion der Herausforderungen und Vorteile von bioinspirierten Materialien (z. B. Nachhaltigkeit, biologische Abbaubarkeit)</li> <li>VI. Aktuelle Forschung und Entwicklungen: Überblick über aktuelle Forschungen und Entwicklungen auf diesem Gebiet sowie über künftige Richtungen und potenzielle Auswirkungen von bioinspirierten Materialien</li> <li>VII. Schlussfolgerung: Zusammenfassung der wichtigsten Punkte und der Zukunftsaussichten und potenziellen Auswirkungen von bioinspirierten Materialien.</li> </ol> <p><i>Contents of the course Bioinspired materials:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>I. Introduction: Definition of bioinspired materials and overview of natural materials and their properties</li> <li>II. Biomolecules: Overview of biological molecules and their properties and examples of biomolecules used in bioinspired materials (e.g. proteins, polysaccharides)</li> <li>III. Bioinspired materials from natural sources: a study of natural materials and their properties (e.g. spider silk, seashells, wood) and replication and mimicry of natural materials in the lab</li> <li>IV. Applications of bioinspired materials: Examples of current and potential applications (e.g. biomedical, environmental, energy)</li> <li>V. Challenges and benefits: Discussion of challenges and benefits of bioinspired materials (e.g. sustainability, biodegradability)</li> <li>VI. Current research and developments: Overview of current research and developments in the field and future directions and potential impact of bioinspired materials</li> <li>VII. Conclusion: Summary of key points and future outlook and potential impact of bioinspired materials.</li> </ol> |
| 5 | <p><b>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:</b></p> <p>Die Studierenden verfügen über vertiefte Kenntnisse über biologisch wichtige Moleküle, die in der Bioorganischen und Medizinischen Chemie von Bedeutung sind, und können diese Kenntnisse auf relevante biologische bzw. medizinische Fragestellungen anwenden. Sie kennen die Analogien zwischen Struktur und Bildung von Makromolekülen auf der einen Seite und der reversiblen Aggregation von Proteinen auf der anderen Seite. In den Übungen erwerben die Studierenden 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.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |

## 5 Technische Wahlpflichtmodule

|            | <p>Das Lernergebnis einer Vorlesung über bioinspirierte Materialien, die das Thema Biomoleküle einschließt, wäre das Verständnis, wie natürliche Materialien und Biomoleküle als Inspirationsquelle für das Design und die Entwicklung neuer Materialien mit spezifischen Eigenschaften und Funktionen genutzt werden können. Darüber hinaus sollten die Studierenden in der Lage sein, die Struktur und die Eigenschaften von Biomolekülen zu verstehen und zu erkennen, wie sie in Werkstoffe integriert werden können. Sie sollten auch in der Lage sein, die Vorteile und Grenzen von bioinspirierten Materialien und Biomolekülen sowie die potenziellen Anwendungen für bioinspirierte Materialien in verschiedenen Bereichen wie Medizin, Energie und Umwelt zu bewerten.</p> <p>Bioinspired materials:</p> <p>The learning outcome from a bioinspired materials lecture including the topic of biomolecules would be the understanding of how natural materials and biomolecules can be used as a source of inspiration for the design and development of new materials with specific properties and functions. Additionally, the students should be able to understand the structure and properties of biomolecules, and how they can be engineered and incorporated into materials. They should also be able to evaluate the advantages and limitations of bioinspired materials and biomolecules as well as the potential applications for bioinspired materials in various fields such as medicine, energy, and the environment.</p> |                                   |                              |                   |                              |            |                                |                                   |      |
|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------|-------------------|------------------------------|------------|--------------------------------|-----------------------------------|------|
| 6          | <p><b>Prüfungsleistung:</b></p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP)      <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP)      <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)</p> <table><tr><th>zu</th><th>Prüfungsform</th><th>Dauer bzw. Umfang</th><th>Gewichtung für die Modulnote</th></tr><tr><td>a) -<br/>c)</td><td>Klausur oder mündliche Prüfung</td><td>ca. 180 Minuten oder 45 - 60 Min.</td><td>100%</td></tr></table>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | zu                                | Prüfungsform                 | Dauer bzw. Umfang | Gewichtung für die Modulnote | a) -<br>c) | Klausur oder mündliche Prüfung | ca. 180 Minuten oder 45 - 60 Min. | 100% |
| zu         | Prüfungsform                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Dauer bzw. Umfang                 | Gewichtung für die Modulnote |                   |                              |            |                                |                                   |      |
| a) -<br>c) | Klausur oder mündliche Prüfung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | ca. 180 Minuten oder 45 - 60 Min. | 100%                         |                   |                              |            |                                |                                   |      |
| 7          | <p><b>Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:</b></p> <p>keine / none</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                   |                              |                   |                              |            |                                |                                   |      |
| 8          | <p><b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:</b></p> <p>Bestehen der Studienleistung.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                   |                              |                   |                              |            |                                |                                   |      |
| 9          | <p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten:</b></p> <p>Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                   |                              |                   |                              |            |                                |                                   |      |
| 10         | <p><b>Gewichtung für Gesamtnote:</b></p> <p>Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                   |                              |                   |                              |            |                                |                                   |      |
| 11         | <p><b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:</b></p> <p>keine</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                   |                              |                   |                              |            |                                |                                   |      |
| 12         | <p><b>Modulbeauftragte/r:</b></p> <p>Jun. Prof. Nieves Lopez Salas, Prof. Dr. Jan Paradies</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                   |                              |                   |                              |            |                                |                                   |      |
| 13         | <p><b>Sonstige Hinweise:</b></p> <p>Sprache: deutsch, in Absprache mit den Studierenden englisch; Literatur: Detaillierte Literaturhinweise werden in den jeweiligen Lehrveranstaltungen zur Verfügung gestellt.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                   |                              |                   |                              |            |                                |                                   |      |

## 5 Technische Wahlpflichtmodule

### *Hinweise der Lehrveranstaltung Bioinspired materials:*

Bücher: Bioinspired Materials Science and Engineering, Guang Yang (Editor), Lin Xiao (Editor), Lallepak Lamboni (Editor), ISBN: 978-1-119-39034-3 Biomimetics, Materials, Structures and Processes: Examples, Ideas and Case Studies, ISBN: 978-1-4614-0926-7

### *Remarks of course Bioinspired materials:*

Literature: Bioinspired Materials Science and Engineering, Guang Yang (Editor), Lin Xiao (Editor), Lallepak Lamboni (Editor), ISBN: 978-1-119-39034-3 Biomimetics, Materials, Structures and Processes: Examples, Ideas and Case Studies, ISBN: 978-1-4614-0926-7

## 5.5 Energietechnik und Nutzung

| Energietechnik und Nutzung        |                                                                             |                                            |     |                    |                 |                   |               |                   |
|-----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|-----|--------------------|-----------------|-------------------|---------------|-------------------|
| Energy technology and utilisation |                                                                             |                                            |     |                    |                 |                   |               |                   |
| Modulnummer:                      |                                                                             | Workload (h):                              | LP: | Studiensem.:       | Turnus:         | Dauer (in Sem.):  | Sprache:      |                   |
| M.104.7333                        |                                                                             | 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<br>Kraft- und Arbeitsmaschinen |     | V2<br>Ü1,<br>SS    | 45              | 75                | P             | 20-40             |
|                                   | b)                                                                          | L.104.33235<br>Rationelle Energienutzung   |     | V2<br>Ü1,<br>SS/WS | 45              | 75                | P             | 20-40             |
| 2                                 | Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:                                     |                                            |     |                    |                 |                   |               |                   |
|                                   | keine                                                                       |                                            |     |                    |                 |                   |               |                   |
| 3                                 | Teilnahmevoraussetzungen:                                                   |                                            |     |                    |                 |                   |               |                   |
|                                   | Empfohlen: Thermodynamik 1                                                  |                                            |     |                    |                 |                   |               |                   |
|                                   | Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Kraft- und Arbeitsmaschinen: |                                            |     |                    |                 |                   |               |                   |
|                                   | Thermodynamik 1                                                             |                                            |     |                    |                 |                   |               |                   |
|                                   | Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Rationelle Energienutzung:   |                                            |     |                    |                 |                   |               |                   |
|                                   | Thermodynamik 1 (und Thermodynamik 2 empfohlen)                             |                                            |     |                    |                 |                   |               |                   |

## 5 Technische Wahlpflichtmodule

|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4 | <p><b>Inhalte:</b></p> <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Kraft- und Arbeitsmaschinen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anlagenkennlinien</li> <li>• Turbo-Arbeitsmaschinen</li> <li>• Kreiselpumpen, Turboverdichter, Kräfte und Geschwindigkeiten im Laufrad, Grenzen des Einsatzbereiches</li> <li>• Regelung, Kavitation, Charakteristische Kennzahlen</li> <li>• Verdränger - Arbeitsmaschinen</li> <li>• Verdränger - Pumpen, Kolbenverdichter</li> <li>• Turbinen</li> <li>• Gasturbinen, Aeroderivative und Heavy Duty, Leistung und Wirkungsgrad, Isentrope und Polytrope Wirkungsgrade</li> <li>• Kraftwerksprozesse</li> <li>• Dampfkraftprozess &amp; dessen Optimierung, Kombikraftwerk, Kraftwerksprozesse der Zukunft</li> </ul> <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Rationelle Energienutzung:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fossile und erneuerbare Ressourcen</li> <li>• Kohlendioxid und der Treibhauseffekt</li> <li>• Hauptsätze der Thermodynamik</li> <li>• Energieverbrauchsstrukturen und Einsparpotentiale</li> <li>• Abwärmenutzung</li> <li>• Kraft-Wärme-Kopplung</li> <li>• Brennstoffzellen</li> <li>• Kohlendioxidabscheidung und –sequestrierung</li> <li>• Nutzung erneuerbarer Energieträger</li> </ul> |
| 5 | <p><b>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:</b></p> <p>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.</p> <p>Die Studierenden kennen die energetischen Grundlagen und die vielfältigen Möglichkeiten einer sparsamen Energienutzung, in ihrer umweltschonenden Bereitstellung und in ihren Anwendungsfeldern sowie in der Verfügbarkeit geeigneter Energieträger (primär und sekundär) in verschiedenen Energieformen und in den Technologien zur Deckung des Energiebedarfs. Alle Themen werden an Beispielen aktueller technischer Prozesse vertieft und in den Kontext der Nachhaltigkeit und der Energiewende eingebettet.</p>                             |

## 5 Technische Wahlpflichtmodule

|    |                                                                                                                                                                                          |                                |                                    |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|------------------------------------|
| 6  | <b>Prüfungsleistung:</b><br><input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP) <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP) <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP) |                                |                                    |
|    | zu                                                                                                                                                                                       | <b>Prüfungsform</b>            | <b>Dauer bzw. Umfang</b>           |
|    | a) -<br>b)                                                                                                                                                                               | Klausur oder mündliche Prüfung | 180-240 Minuten oder 45-60 Minuten |
|    | Gewichtung für die Modulnote                                                                                                                                                             |                                |                                    |
|    | 100%                                                                                                                                                                                     |                                |                                    |
|    | In der Prüfung sollen die Studierenden für exemplarische Problemstellungen Verfahren und Apparate auswählen und auslegen.                                                                |                                |                                    |
| 7  | <b>Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:</b><br>keine / none                                                                                                                        |                                |                                    |
| 8  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:</b><br>keine / none                                                                                                                   |                                |                                    |
| 9  | <b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten:</b><br>Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.                                   |                                |                                    |
| 10 | <b>Gewichtung für Gesamtnote:</b><br>Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).                                                                         |                                |                                    |
| 11 | <b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:</b><br>Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau                                                       |                                |                                    |
| 12 | <b>Modulbeauftragte/r:</b><br>Prof. Dr. Tina Kasper                                                                                                                                      |                                |                                    |
| 13 | <b>Sonstige Hinweise:</b>                                                                                                                                                                |                                |                                    |

## 5.6 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    |                                                         |                                                                                                             |                     |                          |                          |                      |                          |
| <b>Modulnummer:</b>                                                          | <b>Workload (h):</b>                                    | <b>LP:</b>                                                                                                  | <b>Studiensem.:</b> | <b>Turnus:</b>           | <b>Dauer (in Sem.):</b>  | <b>Sprache:</b>      |                          |
| M.104.7339                                                                   | 240                                                     | 8                                                                                                           | 1-4                 | Sommer- / Wintersemester | 2                        | de                   |                          |
| 1                                                                            | <b>Modulstruktur:</b>                                   |                                                                                                             |                     |                          |                          |                      |                          |
|                                                                              |                                                         | <b>Lehrveranstaltung</b>                                                                                    | <b>Lehrform</b>     | <b>Kontaktzeit (h)</b>   | <b>Selbststudium (h)</b> | <b>Status (P/WP)</b> | <b>Gruppengröße (TN)</b> |
|                                                                              | a)                                                      | L.104.25658<br>Entwicklung und Auslegung eines elektrisch betriebenen und autonom fahrenden Rennfahrzeugs   | P4, WS              | 60                       | 60                       | WP                   | max. 12                  |
|                                                                              | b)                                                      | L.104.25657<br>Herstellung und Validierung eines elektrisch betriebenen und autonom fahrenden Rennfahrzeugs | P4, SS              | 60                       | 60                       | WP                   | max. 12                  |
| 2                                                                            | <b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b><br>Keine |                                                                                                             |                     |                          |                          |                      |                          |
| 3                                                                            | <b>Teilnahmevoraussetzungen:</b><br>Keine               |                                                                                                             |                     |                          |                          |                      |                          |

|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4 | <p><b>Inhalte:</b></p> <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Entwicklung und Auslegung eines elektrisch betriebenen und autonom fahrenden Rennfahrzeugs:</i></p> <p>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 Niederspannungssystems sowie des elektrischen Antriebsstrangs auf Hochvolt-Basis weiterentwickelt werden, indem diese effizienter und kompakter gestaltet werden oder zusätzliche Funktionalität implementiert wird.</p> <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Herstellung und Validierung eines elektrisch betriebenen und autonom fahrenden Rennfahrzeugs:</i></p> <p>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.</p> |
|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

## 5 Technische Wahlpflichtmodule

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                     |                          |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|--------------------------|
| 5  | <b>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:</b><br>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. |                     |                          |
| 6  | <b>Prüfungsleistung:</b><br><input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP) <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP) <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                     |                          |
|    | zu                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <b>Prüfungsform</b> | <b>Dauer bzw. Umfang</b> |
|    | a) -<br>b)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Mündliche Prüfung   | 45-60 Min.<br>100%       |
|    | Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Prüfungsleistung konkret zu erbringen ist.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                     |                          |
| 7  | <b>Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:</b><br>keine / none                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                     |                          |
| 8  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:</b><br>keine / none                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                     |                          |
| 9  | <b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten:</b><br>Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                     |                          |
| 10 | <b>Gewichtung für Gesamtnote:</b><br>Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                     |                          |
| 11 | <b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:</b><br>Masterstudiengang Chemieingenieurwesen, Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                     |                          |
| 12 | <b>Modulbeauftragte/r:</b><br>Prof. Dr. Thomas Tröster                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                     |                          |
| 13 | <b>Sonstige Hinweise:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                     |                          |

## 5.7 Ermüdungsfestigkeit

| Ermüdungsfestigkeit |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                 |                        |                          |                         |                          |  |
|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|--|
| Fatigue strength    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                 |                        |                          |                         |                          |  |
| <b>Modulnummer:</b> | <b>Workload (h):</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <b>LP:</b>      | <b>Studiensem.:</b>    | <b>Turnus:</b>           | <b>Dauer (in Sem.):</b> | <b>Sprache:</b>          |  |
| M.104.7311          | 240                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 8               | 1.-3. Semester         | Sommer- / Wintersemester | 2                       | de / en                  |  |
| 1                   | <b>Modulstruktur:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                 |                        |                          |                         |                          |  |
|                     | <b>Lehrveranstaltung</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <b>Lehrform</b> | <b>Kontaktzeit (h)</b> | <b>Selbststudium (h)</b> | <b>Status (P/WP)</b>    | <b>Gruppengröße (TN)</b> |  |
| a)                  | L.104.13265<br>Betriebsfestigkeit                                                                                                                                                                                                                                                                                 | V2<br>Ü1,<br>WS | 45                     | 75                       | P                       | 5-40                     |  |
| b)                  | L.104.13220<br>Fatigue Cracks                                                                                                                                                                                                                                                                                     | V2<br>Ü1,<br>SS | 45                     | 75                       | P                       | 5-40                     |  |
| 2                   | <b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                    |                 |                        |                          |                         |                          |  |
|                     | keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                 |                        |                          |                         |                          |  |
| 3                   | <b>Teilnahmevoraussetzungen:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                 |                        |                          |                         |                          |  |
|                     | Empfohlen: Grundkenntnisse in Technischer Mechanik (Statik und Festigkeitslehre) und Werkstoffkunde                                                                                                                                                                                                               |                 |                        |                          |                         |                          |  |
|                     | <i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Betriebsfestigkeit:</i>                                                                                                                                                                                                                                         |                 |                        |                          |                         |                          |  |
|                     | Grundkenntnisse in Technischer Mechanik (Statik und Festigkeitslehre) und Werkstoffkunde                                                                                                                                                                                                                          |                 |                        |                          |                         |                          |  |
|                     | <i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Fatigue Cracks:</i>                                                                                                                                                                                                                                             |                 |                        |                          |                         |                          |  |
|                     | Grundkenntnisse in Technischer Mechanik (Statik und Festigkeitslehre) und Werkstoffkunde                                                                                                                                                                                                                          |                 |                        |                          |                         |                          |  |
|                     | Recommended: Basic knowledge of technical mechanics (static and strength of materials) and material science                                                                                                                                                                                                       |                 |                        |                          |                         |                          |  |
|                     | <i>Prerequisites of course Betriebsfestigkeit:</i>                                                                                                                                                                                                                                                                |                 |                        |                          |                         |                          |  |
|                     | Basic knowledge of technical mechanics (static and strength of materials) and materials science                                                                                                                                                                                                                   |                 |                        |                          |                         |                          |  |
|                     | <i>Prerequisites of course Fatigue Cracks:</i>                                                                                                                                                                                                                                                                    |                 |                        |                          |                         |                          |  |
|                     | Basic knowledge of technical mechanics (static and strength of materials) and materials science                                                                                                                                                                                                                   |                 |                        |                          |                         |                          |  |
| 4                   | <b>Inhalte:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                 |                        |                          |                         |                          |  |
|                     | 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. |                 |                        |                          |                         |                          |  |

## 5 Technische Wahlpflichtmodule

### *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.

## 5 Technische Wahlpflichtmodule

### *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. . .

## 5 Technische Wahlpflichtmodule

- 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 Klassiervverfahren 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...

## 5 Technische Wahlpflichtmodule

|            | <ul style="list-style-type: none"><li>• to reproduce and describe the classification, definition and objective of operational stability,</li><li>• to describe and apply methods for the determination of the load-time function as well as the load-time functions,</li><li>• to reproduce the basic idea and purpose of counting and classification processes and apply counting processes independently to example cases,</li><li>• to name material parameters and characteristics relevant for the operational strength, to describe their determination and representation and to evaluate essential influencing factors,</li><li>• to reproduce concepts of service life calculation and to carry out damage calculations,</li><li>• 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.</li></ul> <p>With the content of the “Fatigue Cracks” course, students are able to . .</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 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,</li><li>• to describe the essential fracture mechanical fundamentals and parameters and to apply them independently to simple crack problems,</li><li>• describe the term fatigue crack growth and to apply fracture mechanical concepts for evaluating the propagation behavior of fatigue cracks,</li><li>• to name relevant material parameters and functions for fatigue crack growth, to describe their experimental determination and to evaluate essential influencing factors,</li><li>• to name and to explain further fracture mechanical applications (e.g. mixed mode loading, service loading, functional graded materials).</li></ul> |                   |                              |                   |                              |            |                   |                 |      |
|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|------------------------------|-------------------|------------------------------|------------|-------------------|-----------------|------|
| 6          | <p><b>Prüfungsleistung:</b></p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP)      <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP)      <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)</p> <table><tr><th>zu</th><th>Prüfungsform</th><th>Dauer bzw. Umfang</th><th>Gewichtung für die Modulnote</th></tr><tr><td>a) -<br/>b)</td><td>Mündliche Prüfung</td><td>45 - 60 Minuten</td><td>100%</td></tr></table> <p>In der Prüfung sollen die Studierenden die wesentlichen Grundlagen des Fatigue Cracks und der Betriebsfestigkeit wiedergeben, erklären und anwenden können.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | zu                | Prüfungsform                 | Dauer bzw. Umfang | Gewichtung für die Modulnote | a) -<br>b) | Mündliche Prüfung | 45 - 60 Minuten | 100% |
| zu         | Prüfungsform                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Dauer bzw. Umfang | Gewichtung für die Modulnote |                   |                              |            |                   |                 |      |
| a) -<br>b) | Mündliche Prüfung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 45 - 60 Minuten   | 100%                         |                   |                              |            |                   |                 |      |
| 7          | <p><b>Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:</b></p> <p>keine / none</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                   |                              |                   |                              |            |                   |                 |      |
| 8          | <p><b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:</b></p> <p>keine / none</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                   |                              |                   |                              |            |                   |                 |      |
| 9          | <p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten:</b></p> <p>Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                   |                              |                   |                              |            |                   |                 |      |

## 5 Technische Wahlpflichtmodule

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 10 | <b>Gewichtung für Gesamtnote:</b><br>Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 11 | <b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:</b><br>Masterstudiengang Maschinenbau, Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 12 | <b>Modulbeauftragte/r:</b><br>Prof. Dr.-Ing. Gunter Kullmer                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 13 | <b>Sonstige Hinweise:</b><br><i>Hinweise der Lehrveranstaltung Betriebsfestigkeit:</i><br>Literaturempfehlung: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sander, M.: Sicherheit und Betriebsfestigkeit von Maschinen und Anlagen. Springer-Verlag, Berlin, 2008</li> <li>• Haibach, E.: Betriebsfestigkeit. Verfahren und Daten zur Bauteilberechnung. Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, 2006</li> <li>• Radaj, D.; Vormwald, M.: Ermüdungsfestigkeit. Grundlagen für Ingenieure. Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, 2007</li> <li>• Gudehus, H.; Zenner, H.: Leitfaden für eine Betriebsfestigkeitsrechnung. Verlag Stahleisen GmbH Düsseldorf, 2007</li> <li>• Köhler, M.; Jenne, S.; Pötter, K.; Zenner, H.: Zählverfahren und Lastannahme in der Betriebsfestigkeit. Springer Verlag Berlin, Heidelberg 2012</li> <li>• Schijve, J.: Fatigue of Structures and Materials. Springer Verlag, 2009</li> <li>• FKM-Richtlinie: Rechnerischer Festigkeitsnachweis für Maschinenbauteile aus Stahl, Eisenguss- und Aluminiumwerkstoffen. Herausgeber: Forschungskuratorium Maschinenbau (FKM), VDMA Verlag Frankfurt am Main, 2012</li> <li>• Richard, H. A.; Sander, M.: Technische Mechanik - Festigkeitslehre. Springer Vieweg Verlag, 4. Auflage, Wiesbaden, 2013</li> <li>• Ensthaler, J.; Gesmann-Nuissl, D.; Müller, S.: Technikrecht - Rechtliche Grundlagen des Technologiemanagements. Springer Vieweg Berlin Heidelberg, 2012</li> </ul><br><i>Hinweise der Lehrveranstaltung Fatigue Cracks:</i><br>Literaturempfehlung: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Richard, H.A.; Sander, M.: Fatigue Crack Growth. Springer Verlag, Switzerland, 2016</li> <li>• Richard, H.A.; Sander, M.: Ermüdungsrisse. Springer Vieweg, Wiesbaden, 2012</li> <li>• Forschungskuratorium Maschinenbau (FKM): FKM-Richtlinie Rechnerischer Festigkeitsnachweis für Maschinenbauteile. VDMA Verlag, 2012</li> <li>• Forschungskuratorium Maschinenbau (FKM): FKM-Richtlinie Bruchmechanischer Festigkeitsnachweis für Maschinenbauteile. VDMA Verlag, 2018</li> <li>• Gross, D.; Seelig, Th.: Bruchmechanik, 5. Aufl., Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2011</li> <li>• Kuna, M.: Finite Elements in Fracture Mechanics. Springer, 2013</li> <li>• Richard, H.A.; Kullmer, G.; Schramm, B.; Riemer, A.: Schadensvermeidung und Lebensdauerverlängerung in technischen Komponenten. Materials Testing 53 11-12 (2011) 700-708</li> <li>• 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</li> </ul> |

## 5 Technische Wahlpflichtmodule

### *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

## 5.8 Fertigungseinrichtungen

| Fertigungseinrichtungen |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                 |                        |                          |                         |                          |  |
|-------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|--|
| Manufacturing equipment |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                 |                        |                          |                         |                          |  |
| <b>Modulnummer:</b>     | <b>Workload (h):</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <b>LP:</b>      | <b>Studiensem.:</b>    | <b>Turnus:</b>           | <b>Dauer (in Sem.):</b> | <b>Sprache:</b>          |  |
| M.104.7224              | 240                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 8               | 1.-3. Semester         | Sommersemester           | 1                       | de / en                  |  |
| 1                       | <b>Modulstruktur:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                 |                        |                          |                         |                          |  |
|                         | <b>Lehrveranstaltung</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <b>Lehrform</b> | <b>Kontaktzeit (h)</b> | <b>Selbststudium (h)</b> | <b>Status (P/WP)</b>    | <b>Gruppengröße (TN)</b> |  |
| a)                      | L.104.24270<br>Tooling technology                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | V2<br>Ü1,<br>SS | 45                     | 75                       | P                       | 90 - 200                 |  |
| b)                      | L.104.24265<br>Werkzeugmaschinentechnolog                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | V2<br>Ü1,<br>SS | 45                     | 75                       | P                       | 90 - 200                 |  |
| 2                       | <b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                 |                        |                          |                         |                          |  |
|                         | keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                 |                        |                          |                         |                          |  |
| 3                       | <b>Teilnahmevoraussetzungen:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                 |                        |                          |                         |                          |  |
|                         | keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                 |                        |                          |                         |                          |  |
| 4                       | <b>Inhalte:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                 |                        |                          |                         |                          |  |
|                         | <i>Inhalte der Lehrveranstaltung Tooling technology:</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                 |                        |                          |                         |                          |  |
|                         | <ul style="list-style-type: none"><li>• Einführung in Werkzeugmaschinen</li><li>• Werkzeuggestaltung und Auslegung mit CAD</li><li>• Methodenplanung: FEM für die Werkzeugauslegung</li><li>• CAM in der Werkzeugfertigung</li><li>• Fertigungsmesstechnik zum Vermessen von Werkzeugen und Werkstücken</li></ul>                                                                                               |                 |                        |                          |                         |                          |  |
|                         | <i>Inhalte der Lehrveranstaltung Werkzeugmaschinentechnologie:</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                 |                        |                          |                         |                          |  |
|                         | <ul style="list-style-type: none"><li>• Einführung in Werkzeugmaschinen</li><li>• Komponenten von Werkzeugmaschinen: Gestelle, Führungen, Antriebe und Steuerungen von Werkzeugmaschinen</li><li>• Pressen: Pressenkomponenten, Antriebskonzepte, Pressenperipherie,</li><li>• Werkzeugmaschinen in der Blechbearbeitung</li><li>• Maschinensicherheit</li><li>• Pneumatik</li><li>• Maschinenabnahme</li></ul> |                 |                        |                          |                         |                          |  |

## 5 Technische Wahlpflichtmodule

|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   | <p><i>Contents of the course Tooling technology:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction to machine tools</li> <li>• Tool design and layout with CAD</li> <li>• Method planning: FEM for tool design</li> <li>• CAM in tool production</li> <li>• Production measurement technology for measuring tools and workpieces</li> </ul> <p><i>Contents of the course Werkzeugmaschinenentechnologie:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction to Machine Tools</li> <li>• Machine Tool Components: Frames, Guides, Drives, and Controls</li> <li>• Presses: Press Components, Drive Concepts, Press Peripherals</li> <li>• Machine Tools in Sheet Metal Processing</li> <li>• Machine Safety</li> <li>• Pneumatics</li> <li>• Machine Acceptance</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 5 | <p><b>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:</b></p> <p><b>Werkzeugtechnologie:</b> 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.</p> <p><b>Werkzeugmaschinenentechnologie:</b> 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</p> <p><b>Tooling Technology:</b> 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.</p> |

## 5 Technische Wahlpflichtmodule

|            | <p>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.</p>                     |                                        |                              |    |              |                   |                              |            |                                |                                        |      |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|------------------------------|----|--------------|-------------------|------------------------------|------------|--------------------------------|----------------------------------------|------|
| 6          | <p><b>Prüfungsleistung:</b></p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP)      <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP)      <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>zu</th><th>Prüfungsform</th><th>Dauer bzw. Umfang</th><th>Gewichtung für die Modulnote</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a) -<br/>b)</td><td>Klausur oder mündliche Prüfung</td><td>180 - 240 Minuten oder 45 - 60 Minuten</td><td>100%</td></tr> </tbody> </table> <p>In der Prüfung sollen die Studierenden für exemplarische Problemstellungen die zugrundeliegenden Fertigungseinrichtungen erläutern und geeignete Verfahren zur Herstellung auswählen.</p> |                                        |                              | zu | Prüfungsform | Dauer bzw. Umfang | Gewichtung für die Modulnote | a) -<br>b) | Klausur oder mündliche Prüfung | 180 - 240 Minuten oder 45 - 60 Minuten | 100% |
| zu         | Prüfungsform                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Dauer bzw. Umfang                      | Gewichtung für die Modulnote |    |              |                   |                              |            |                                |                                        |      |
| a) -<br>b) | Klausur oder mündliche Prüfung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 180 - 240 Minuten oder 45 - 60 Minuten | 100%                         |    |              |                   |                              |            |                                |                                        |      |
| 7          | <p><b>Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:</b></p> <p>keine / none</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                        |                              |    |              |                   |                              |            |                                |                                        |      |
| 8          | <p><b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:</b></p> <p>keine / none</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                        |                              |    |              |                   |                              |            |                                |                                        |      |
| 9          | <p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten:</b></p> <p>Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                        |                              |    |              |                   |                              |            |                                |                                        |      |
| 10         | <p><b>Gewichtung für Gesamtnote:</b></p> <p>Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                        |                              |    |              |                   |                              |            |                                |                                        |      |
| 11         | <p><b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:</b></p> <p>Masterstudiengang Maschinenbau, Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                        |                              |    |              |                   |                              |            |                                |                                        |      |
| 12         | <p><b>Modulbeauftragte/r:</b></p> <p>Prof. Dr.-Ing. Werner Homberg</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                        |                              |    |              |                   |                              |            |                                |                                        |      |
| 13         | <p><b>Sonstige Hinweise:</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                        |                              |    |              |                   |                              |            |                                |                                        |      |

## 5.9 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<br>Kältetechnik und Wärmepumpentechnik                                                                                              |               | V2<br>Ü1, WS | 45               | 75                       | WP               | 20 - 40           |
| b)                                     | L.104.33295<br>Angewandte Wärmepumpentechnik                                                                                                    |               | V2<br>Ü1, SS | 45               | 75                       | WP               | 20 - 40           |
| 2                                      | Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:                                                                                                         |               |              |                  |                          |                  |                   |
|                                        | keine                                                                                                                                           |               |              |                  |                          |                  |                   |
| 3                                      | Teilnahmevoraussetzungen:                                                                                                                       |               |              |                  |                          |                  |                   |
|                                        | Empfohlen: Thermodynamik 1                                                                                                                      |               |              |                  |                          |                  |                   |
| 4                                      | Inhalte:                                                                                                                                        |               |              |                  |                          |                  |                   |
|                                        | <i>Inhalte der Lehrveranstaltung Kältetechnik und Wärmepumpentechnik:</i>                                                                       |               |              |                  |                          |                  |                   |
|                                        | 1 Kältemischungen und Verdunstungskühlung                                                                                                       |               |              |                  |                          |                  |                   |
|                                        | <ul style="list-style-type: none"><li>• Arten von Kältemischungen, Temperaturbereich, Anwendung, feuchte Luft (Kühlturm, Klimaanlage)</li></ul> |               |              |                  |                          |                  |                   |
|                                        | 2 Kompressions-Kältemaschine und -Wärmepumpe                                                                                                    |               |              |                  |                          |                  |                   |
|                                        | <ul style="list-style-type: none"><li>• Vergleichsprozesse, Arbeitsmedien, Exergiebetrachtungen, mehrstufiger Maschinen</li></ul>               |               |              |                  |                          |                  |                   |
|                                        | 3 Tieftemperaturtechnik                                                                                                                         |               |              |                  |                          |                  |                   |
|                                        | <ul style="list-style-type: none"><li>• Kaltgasmaschinen-Prozesse, Linde-Prozess, usw.</li></ul>                                                |               |              |                  |                          |                  |                   |
|                                        | 4 Absorptions-Kältemaschine und -Wärmepumpe                                                                                                     |               |              |                  |                          |                  |                   |
|                                        | <ul style="list-style-type: none"><li>• Thermodynamik von Lösungen, Vergleichsprozesse, Arbeitsstoffpaare, techn. Aufbau</li></ul>              |               |              |                  |                          |                  |                   |

## 5 Technische Wahlpflichtmodule

|            | <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Angewandte Wärmepumpentechnik:</i></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Einführung und Grundlagen der Wärmepumpentechnik</li><li>• Motivation für den Einsatz von Wärmepumpen als Heizsystem</li><li>• Wärmepumpentechnik: Wärmequellen, Komponenten, Hydraulik</li><li>• Ausgewählte Themen &amp; Beispielaufgaben aus der Wärmepumpen-Praxis</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                     |                              |                   |                              |            |                                |                                     |      |
|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------|-------------------|------------------------------|------------|--------------------------------|-------------------------------------|------|
| 5          | <p><b>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:</b></p> <p>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.</p> |                                     |                              |                   |                              |            |                                |                                     |      |
| 6          | <p><b>Prüfungsleistung:</b></p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP)      <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP)      <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)</p> <table><tr><th>zu</th><th>Prüfungsform</th><th>Dauer bzw. Umfang</th><th>Gewichtung für die Modulnote</th></tr><tr><td>a) -<br/>b)</td><td>Klausur oder mündliche Prüfung</td><td>180 - 240 Min.<br/>oder 45 - 60 Min.</td><td>100%</td></tr></table> <p>In der Prüfung sollen die Studierenden für exemplarische Problemstellungen Verfahren und Apparate auswählen und auslegen.</p>                                                                                                                                                                                                      | zu                                  | Prüfungsform                 | Dauer bzw. Umfang | Gewichtung für die Modulnote | a) -<br>b) | Klausur oder mündliche Prüfung | 180 - 240 Min.<br>oder 45 - 60 Min. | 100% |
| zu         | Prüfungsform                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Dauer bzw. Umfang                   | Gewichtung für die Modulnote |                   |                              |            |                                |                                     |      |
| a) -<br>b) | Klausur oder mündliche Prüfung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 180 - 240 Min.<br>oder 45 - 60 Min. | 100%                         |                   |                              |            |                                |                                     |      |
| 7          | <p><b>Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:</b></p> <p>keine / none</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                     |                              |                   |                              |            |                                |                                     |      |
| 8          | <p><b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:</b></p> <p>keine / none</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                     |                              |                   |                              |            |                                |                                     |      |
| 9          | <p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten:</b></p> <p>Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                     |                              |                   |                              |            |                                |                                     |      |
| 10         | <p><b>Gewichtung für Gesamtnote:</b></p> <p>Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                     |                              |                   |                              |            |                                |                                     |      |
| 11         | <p><b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:</b></p> <p>Masterstudiengang Maschinenbau, Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                     |                              |                   |                              |            |                                |                                     |      |
| 12         | <p><b>Modulbeauftragte/r:</b></p> <p>Prof. Dr. Tina Kasper</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                     |                              |                   |                              |            |                                |                                     |      |

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 13 | <p><b>Sonstige Hinweise:</b></p> <p><i>Hinweise der Lehrveranstaltung Angewandte Wärmepumpentechnik:</i><br/>Die Veranstaltung findet als Blockveranstaltung im Sommersemester statt. Die genaue Absprache der Termine erfolgt über PANDA.</p> <p>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.</p> |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

## 5.10 Katalyse

| Katalyse            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                 |                        |                          |                         |                          |  |
|---------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|--|
| Catalysis           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                 |                        |                          |                         |                          |  |
| <b>Modulnummer:</b> | <b>Workload (h):</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <b>LP:</b>      | <b>Studiensem.:</b>    | <b>Turnus:</b>           | <b>Dauer (in Sem.):</b> | <b>Sprache:</b>          |  |
| M.104.7716          | 240                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 8               | 1. - 3. Semester       | Wintersemester           | 1                       | de                       |  |
| 1                   | <b>Modulstruktur:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                 |                        |                          |                         |                          |  |
|                     | <b>Lehrveranstaltung</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <b>Lehrform</b> | <b>Kontaktzeit (h)</b> | <b>Selbststudium (h)</b> | <b>Status (P/WP)</b>    | <b>Gruppengröße (TN)</b> |  |
| a)                  | L.032.15111<br>Homogene Katalyse                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | V2, WS          | 30                     | 90                       | P                       | 20 - 40                  |  |
| b)                  | L.032.15120<br>Heterogene Katalyse                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | V2, WS          | 30                     | 90                       | P                       | 20 - 40                  |  |
| 2                   | <b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b><br>keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                 |                        |                          |                         |                          |  |
| 3                   | <b>Teilnahmevoraussetzungen:</b><br>keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                 |                        |                          |                         |                          |  |
| 4                   | <b>Inhalte:</b><br><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Homogene Katalyse:</i><br>Hydrierung, Takasago-Menthol-Prozess, Hydroformylierung, Monsanto-Essigsäure-Verfahren, Cativa-Prozess, Wacker-Prozess, Hydrocyanierung, Olefinoligomerisierung z.B. SHOP, Telomerisation, stereoselektive Olefinpolymerisation mit ansa-Metallocenen, Olefinmetathese, InIn-Metathese, EnIn-Metathese.<br><br><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Heterogene Katalyse:</i><br>Haber-Bosch-Verfahren, Fischer-Tropsch-Prozesse, Katalytische partielle Oxidation, Abgaskatalyse, Nachhaltige Prozesse: Wasserreduktion und -oxidation, Brennstoffzellen, Prozesse in Solarzellen. |                 |                        |                          |                         |                          |  |
| 5                   | <b>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:</b><br>Die Studierenden verfügen über vertiefte Kenntnisse in Spezialgebieten der Anorganischen Chemie (Festkörperchemie, Materialwissenschaften, homogene und heterogene Katalyse).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                 |                        |                          |                         |                          |  |

## 5 Technische Wahlpflichtmodule

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                |                                       |                                     |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|
| 6  | <b>Prüfungsleistung:</b><br><input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP) <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP) <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                |                                       |                                     |
|    | zu                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <b>Prüfungsform</b>            | <b>Dauer bzw. Umfang</b>              | <b>Gewichtung für die Modulnote</b> |
|    | a) -<br>b)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Klausur oder mündliche Prüfung | ca. 180 Minuten<br>bzw. 45-60 Minuten | 100%                                |
| 7  | <b>Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:</b><br>keine / none                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                |                                       |                                     |
| 8  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:</b><br>keine / none                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                |                                       |                                     |
| 9  | <b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten:</b><br>Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                |                                       |                                     |
| 10 | <b>Gewichtung für Gesamtnote:</b><br>Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                |                                       |                                     |
| 11 | <b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:</b><br>keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                |                                       |                                     |
| 12 | <b>Modulbeauftragte/r:</b><br>Prof. Dr. Michael Tiemann                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                |                                       |                                     |
| 13 | <b>Sonstige Hinweise:</b><br>Sprache: deutsch, in Absprache mit den Studierenden englisch<br>Literatur: C. Elschenbroich: Organometallchemie; D. Steinborn: Grundlagen der metallorganischen Komplexkatalyse; A. Behr: Angewandte Homogene Katalyse; b: R. Schlögl: Chemical Energy Storage; G. Ertl u.a.: Handbook of Heterogeneous Catalysis; L. E. Smart, E. A. Moore: Solid State Chemistry; U. Schubert, N. Hüsing: Synthesis of Inorganic Materials |                                |                                       |                                     |

## 5.11 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<br>Modellierung von Energiesystemen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |               |     | 2V<br>2Ü,<br>WS | 60              | 120               | P             | 40/40             |
| b)                               | L.048.55204<br>Modellierung von thermischen Energiesystemen                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |               |     | 1V<br>1Ü,<br>WS | 30              | 30                | P             | 50                |
| 2                                | Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |               |     |                 |                 |                   |               |                   |
|                                  | Keine<br>None                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |               |     |                 |                 |                   |               |                   |
| 3                                | Teilnahmevoraussetzungen:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |               |     |                 |                 |                   |               |                   |
|                                  | Keine<br>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Modellierung von Energiesystemen:<br>Keine<br>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Modellierung von thermischen Energiesystemen:<br>Keine<br>None<br>Prerequisites of course Modellierung von Energiesystemen:<br>None<br>Prerequisites of course Modellierung von thermischen Energiesystemen:<br>None |               |     |                 |                 |                   |               |                   |

|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4 | <p><b>Inhalte:</b></p> <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Modellierung von Energiesystemen:</i><br/>         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.</p> <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Modellierung von thermischen Energiesystemen:</i><br/>         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.</p> <p><i>Contents of the course Modellierung von Energiesystemen:</i><br/>         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.</p> <p><i>Contents of the course Modellierung von thermischen Energiesystemen:</i><br/>         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.</p> |
| 5 | <p><b>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:</b></p> <p><b>Fachkompetenz:</b></p> <p>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.</p> <p><b>Fachübergreifende Kompetenzen:</b></p> <p>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.</p> <p><b>Domain competence:</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |

## 5 Technische Wahlpflichtmodule

|            | <p>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.</p> <p><b>Key qualifications:</b></p> <p>The students learn the importance of models and simulations for the evaluation of complex inter-relationships. 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.</p> |                               |                              |    |              |                   |                              |            |                                |                               |      |
|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|------------------------------|----|--------------|-------------------|------------------------------|------------|--------------------------------|-------------------------------|------|
| 6          | <p><b>Prüfungsleistung:</b></p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP)      <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP)      <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>zu</th><th>Prüfungsform</th><th>Dauer bzw. Umfang</th><th>Gewichtung für die Modulnote</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a) -<br/>b)</td><td>Klausur oder mündliche Prüfung</td><td>120-180 min<br/>oder 30-45 min</td><td>100%</td></tr> </tbody> </table>                                                                                                                                                                                            |                               |                              | zu | Prüfungsform | Dauer bzw. Umfang | Gewichtung für die Modulnote | a) -<br>b) | Klausur oder mündliche Prüfung | 120-180 min<br>oder 30-45 min | 100% |
| zu         | Prüfungsform                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Dauer bzw. Umfang             | Gewichtung für die Modulnote |    |              |                   |                              |            |                                |                               |      |
| a) -<br>b) | Klausur oder mündliche Prüfung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 120-180 min<br>oder 30-45 min | 100%                         |    |              |                   |                              |            |                                |                               |      |
| 7          | <p><b>Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:</b></p> <p>keine / none</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                               |                              |    |              |                   |                              |            |                                |                               |      |
| 8          | <p><b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:</b></p> <p>Keine<br/>None</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                               |                              |    |              |                   |                              |            |                                |                               |      |
| 9          | <p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten:</b></p> <p>Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist.<br/>The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                               |                              |    |              |                   |                              |            |                                |                               |      |
| 10         | <p><b>Gewichtung für Gesamtnote:</b></p> <p>Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1).<br/>The module is weighted according to the number of credits (factor 1).</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                               |                              |    |              |                   |                              |            |                                |                               |      |
| 11         | <p><b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:</b></p> <p>Masterstudiengang Chemieingenieurwesen, Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                               |                              |    |              |                   |                              |            |                                |                               |      |
| 12         | <p><b>Modulbeauftragte/r:</b></p> <p>Prof. Dr. Henning Meschede</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                               |                              |    |              |                   |                              |            |                                |                               |      |
| 13         | <p><b>Sonstige Hinweise:</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                               |                              |    |              |                   |                              |            |                                |                               |      |

## 5.12 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<br>Höhere Regelungstechnik                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | V2<br>Ü1,<br>WS | 45              | 75                | P                | 20-40             |  |
| b)                                      | L.104.52280<br>Nichtlineare Regelungen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | V2<br>Ü1,<br>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.)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                 |                 |                   |                  |                   |  |
|                                         | <ul style="list-style-type: none"><li>• Singulärwertzerlegung und deren Anwendung in der Regelungstechnik</li><li>• Reglerentwurf durch Minimieren eines quadratischen Gütemaßes:Riccati-Regler</li><li>• Dynamische Zustandsregler</li><li>• Reglerentwurf unter Berücksichtigung von Stellgrößenbeschränkungen: Anti-Windup- Maßnahmen</li><li>• Modellprädiktive Regelungen</li></ul> |                 |                 |                   |                  |                   |  |

## 5 Technische Wahlpflichtmodule

|            | <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Nichtlineare Regelungen:</i><br/>Das Thema der Vorlesung ist Stabilitätsuntersuchung, Stabilisierung und Regelungsentwurf nichtlinearer Systeme.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stabilität von Ruhelagen</li> <li>• Grenzzyklen und Harmonische Balance</li> <li>• Stabilitätstheorie von Lyapunov</li> <li>• Control Lyapunov Funktionen</li> <li>• Reglerentwurf durch exakte Linearisierung</li> <li>• Beobachter für nichtlineare Systeme</li> </ul> |                   |                              |    |              |                   |                              |            |                   |                 |      |
|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|------------------------------|----|--------------|-------------------|------------------------------|------------|-------------------|-----------------|------|
| 5          | <p><b>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:</b></p> <p>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.</p>                                                                                                                                                                                                   |                   |                              |    |              |                   |                              |            |                   |                 |      |
| 6          | <p><b>Prüfungsleistung:</b></p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP)      <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP)      <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>zu</th><th>Prüfungsform</th><th>Dauer bzw. Umfang</th><th>Gewichtung für die Modulnote</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a) -<br/>b)</td><td>mündliche Prüfung</td><td>45 - 60 Minuten</td><td>100%</td></tr> </tbody> </table>                        |                   |                              | zu | Prüfungsform | Dauer bzw. Umfang | Gewichtung für die Modulnote | a) -<br>b) | mündliche Prüfung | 45 - 60 Minuten | 100% |
| zu         | Prüfungsform                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Dauer bzw. Umfang | Gewichtung für die Modulnote |    |              |                   |                              |            |                   |                 |      |
| a) -<br>b) | mündliche Prüfung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 45 - 60 Minuten   | 100%                         |    |              |                   |                              |            |                   |                 |      |
| 7          | <p><b>Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:</b></p> <p>keine / none</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                   |                              |    |              |                   |                              |            |                   |                 |      |
| 8          | <p><b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:</b></p> <p>keine / none</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                   |                              |    |              |                   |                              |            |                   |                 |      |
| 9          | <p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten:</b></p> <p>Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                   |                              |    |              |                   |                              |            |                   |                 |      |
| 10         | <p><b>Gewichtung für Gesamtnote:</b></p> <p>Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                   |                              |    |              |                   |                              |            |                   |                 |      |
| 11         | <p><b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:</b></p> <p>Masterstudiengang Maschinenbau, Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                   |                              |    |              |                   |                              |            |                   |                 |      |
| 12         | <p><b>Modulbeauftragte/r:</b></p> <p>Prof. Dr. Ansgar Trächtler</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                   |                              |    |              |                   |                              |            |                   |                 |      |
| 13         | <p><b>Sonstige Hinweise:</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                   |                              |    |              |                   |                              |            |                   |                 |      |

## 5.13 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<br>Energiesystemtechnik                                                          |               |     | 2V<br>2Ü,<br>SS | 60              | 120               | P             | 40/40             |
| b)                              | L.048.55202<br>Transformationsszenarien von Energiesystemen                                  |               |     | 2S,<br>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 | <p><b>Inhalte:</b></p> <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Energiesystemtechnik:</i><br/> 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.</p> <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Transformationsszenarien von Energiesystemen:</i><br/> 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.</p> <p><i>Contents of the course Energiesystemtechnik:</i><br/> 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.</p> <p><i>Contents of the course Transformationsszenarien von Energiesystemen:</i><br/> 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.</p> |
| 5 | <p><b>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:</b></p> <p>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.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

## 5 Technische Wahlpflichtmodule

|            | <p>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.</p>                                                                                                          |                                              |                              |    |              |                   |                              |            |                                             |                                              |      |
|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|------------------------------|----|--------------|-------------------|------------------------------|------------|---------------------------------------------|----------------------------------------------|------|
| 6          | <p><b>Prüfungsleistung:</b></p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP)      <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP)      <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>zu</th><th>Prüfungsform</th><th>Dauer bzw. Umfang</th><th>Gewichtung für die Modulnote</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a) -<br/>b)</td><td>Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat</td><td>120-180 min<br/>oder 30-45 min<br/>oder 30 min</td><td>100%</td></tr> </tbody> </table> <p>Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Prüfungsleistung konkret zu erbringen ist.</p> |                                              |                              | zu | Prüfungsform | Dauer bzw. Umfang | Gewichtung für die Modulnote | a) -<br>b) | Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat | 120-180 min<br>oder 30-45 min<br>oder 30 min | 100% |
| zu         | Prüfungsform                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Dauer bzw. Umfang                            | Gewichtung für die Modulnote |    |              |                   |                              |            |                                             |                                              |      |
| a) -<br>b) | Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 120-180 min<br>oder 30-45 min<br>oder 30 min | 100%                         |    |              |                   |                              |            |                                             |                                              |      |
| 7          | <p><b>Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:</b></p> <p>keine / none</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                              |                              |    |              |                   |                              |            |                                             |                                              |      |
| 8          | <p><b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:</b></p> <p>Keine<br/>None</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                              |                              |    |              |                   |                              |            |                                             |                                              |      |
| 9          | <p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten:</b></p> <p>Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist.<br/>The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                              |                              |    |              |                   |                              |            |                                             |                                              |      |
| 10         | <p><b>Gewichtung für Gesamtnote:</b></p> <p>Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1).<br/>The module is weighted according to the number of credits (factor 1).</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                              |                              |    |              |                   |                              |            |                                             |                                              |      |
| 11         | <p><b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:</b></p> <p>Masterstudiengang Chemieingenieurwesen, Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                              |                              |    |              |                   |                              |            |                                             |                                              |      |
| 12         | <p><b>Modulbeauftragte/r:</b></p> <p>Prof. Dr. Henning Meschede</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                              |                              |    |              |                   |                              |            |                                             |                                              |      |
| 13         | <p><b>Sonstige Hinweise:</b></p> <p><b>Modulseite</b><br/>PANDA / <a href="https://ei.uni-paderborn.de/est/lehre">https://ei.uni-paderborn.de/est/lehre</a><br/><b>Methodische Umsetzung</b><br/>Vorlesung mit Übung (teilweise mit Simulationen am Rechner) / Seminar<br/><b>Lernmaterialien, Literaturangaben</b><br/>Foliensatz und Handouts, weiterführende Literatur wird in der Vorlesung genannt</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                              |                              |    |              |                   |                              |            |                                             |                                              |      |

## 5 Technische Wahlpflichtmodule

**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

## 5.14 Produkt- und Prozessgestaltung

| Produkt- und Prozessgestaltung |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                 |                        |                          |                         |                          |  |
|--------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|--|
| Product and process design     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                 |                        |                          |                         |                          |  |
| <b>Modulnummer:</b>            | <b>Workload (h):</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <b>LP:</b>      | <b>Studiensem.:</b>    | <b>Turnus:</b>           | <b>Dauer (in Sem.):</b> | <b>Sprache:</b>          |  |
| M.104.7216                     | 240                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 8               | 1.-3. Semester         | Wintersemester           | 1                       | de                       |  |
| 1                              | <b>Modulstruktur:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                 |                        |                          |                         |                          |  |
|                                | <b>Lehrveranstaltung</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <b>Lehrform</b> | <b>Kontaktzeit (h)</b> | <b>Selbststudium (h)</b> | <b>Status (P/WP)</b>    | <b>Gruppengröße (TN)</b> |  |
| a)                             | L.104.51270<br>Systems Engineering                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | V2<br>Ü1,<br>WS | 45                     | 75                       | P                       | 40-80                    |  |
| b)                             | L.104.11231<br>Methoden des Qualitätsmanagements                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | V2<br>Ü1,<br>WS | 45                     | 75                       | P                       | 40-80                    |  |
| 2                              | <b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                 |                        |                          |                         |                          |  |
|                                | keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                 |                        |                          |                         |                          |  |
| 3                              | <b>Teilnahmevoraussetzungen:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                 |                        |                          |                         |                          |  |
|                                | Empfohlen: Entwicklungsmethodik, Produktentstehung (PE I/II)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                 |                        |                          |                         |                          |  |
|                                | <i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Systems Engineering:</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                 |                        |                          |                         |                          |  |
|                                | Empfohlen: Entwicklungsmethodik, Produktentstehung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                 |                        |                          |                         |                          |  |
|                                | <i>Prerequisites of course Systems Engineering:</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                 |                        |                          |                         |                          |  |
|                                | Recommended: development methodology, product creation                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                 |                        |                          |                         |                          |  |
| 4                              | <b>Inhalte:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                 |                        |                          |                         |                          |  |
|                                | 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. |                 |                        |                          |                         |                          |  |

## 5 Technische Wahlpflichtmodule

### *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

## 5 Technische Wahlpflichtmodule

|            | <p><i>Contents of the course Methoden des Qualitätsmanagements:</i></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• The concept of quality</li><li>• Elements of quality management</li><li>• Process-orientated quality management</li><li>• Product realisation (quality planning, development, sourcing, production)</li><li>• Measurement, analysis and improvement (test planning, test equipment management)</li><li>• Fundamentals of statistics</li><li>• Quality control</li><li>• Quality audits</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                        |                              |                   |                              |            |                                |                                        |      |
|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|------------------------------|-------------------|------------------------------|------------|--------------------------------|----------------------------------------|------|
| 5          | <p><b>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:</b></p> <p>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.</p> <p>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.</p> |                                        |                              |                   |                              |            |                                |                                        |      |
| 6          | <p><b>Prüfungsleistung:</b></p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP)      <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP)      <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)</p> <table><tr><th>zu</th><th>Prüfungsform</th><th>Dauer bzw. Umfang</th><th>Gewichtung für die Modulnote</th></tr><tr><td>a) -<br/>b)</td><td>Klausur oder mündliche Prüfung</td><td>120 - 240 Minuten oder 45 - 60 Minuten</td><td>100%</td></tr></table> <p>In der Prüfung sollen die Studierenden für exemplarische Problemstellungen die zugrundeliegenden Elementarprozesse erläutern sowie geeignete Verfahren auswählen und ihre Anwendung praktisch erläutern.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | zu                                     | Prüfungsform                 | Dauer bzw. Umfang | Gewichtung für die Modulnote | a) -<br>b) | Klausur oder mündliche Prüfung | 120 - 240 Minuten oder 45 - 60 Minuten | 100% |
| zu         | Prüfungsform                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Dauer bzw. Umfang                      | Gewichtung für die Modulnote |                   |                              |            |                                |                                        |      |
| a) -<br>b) | Klausur oder mündliche Prüfung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 120 - 240 Minuten oder 45 - 60 Minuten | 100%                         |                   |                              |            |                                |                                        |      |
| 7          | <p><b>Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:</b></p> <p>keine / none</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                        |                              |                   |                              |            |                                |                                        |      |
| 8          | <p><b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:</b></p> <p>keine / none</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                        |                              |                   |                              |            |                                |                                        |      |
| 9          | <p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten:</b></p> <p>Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                        |                              |                   |                              |            |                                |                                        |      |

## 5 Technische Wahlpflichtmodule

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

## 5.15 Quantenchemie

| Quantenchemie       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                 |                        |                          |                         |                          |  |
|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|--|
| Quantum chemistry   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                 |                        |                          |                         |                          |  |
| <b>Modulnummer:</b> | <b>Workload (h):</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <b>LP:</b>      | <b>Studiensem.:</b>    | <b>Turnus:</b>           | <b>Dauer (in Sem.):</b> | <b>Sprache:</b>          |  |
| M.104.7714          | 240                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 8               | 1./3. Semester         | Sommer- / Wintersemester | 2                       | de                       |  |
| 1                   | <b>Modulstruktur:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                 |                        |                          |                         |                          |  |
|                     | <b>Lehrveranstaltung</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <b>Lehrform</b> | <b>Kontaktzeit (h)</b> | <b>Selbststudium (h)</b> | <b>Status (P/WP)</b>    | <b>Gruppengröße (TN)</b> |  |
| a)                  | L.032.46200<br>Intermolekulare Wechselwirkungen und Grenzflächenkräfte                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | V2<br>Ü1,<br>SS | 45                     | 75                       | P                       | 20-40                    |  |
| b)                  | L.032.44531<br>Quantenchemie                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | V2<br>Ü1,<br>WS | 45                     | 75                       | P                       | 20-40                    |  |
| 2                   | <b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                 |                        |                          |                         |                          |  |
|                     | keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                 |                        |                          |                         |                          |  |
| 3                   | <b>Teilnahmevoraussetzungen:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                 |                        |                          |                         |                          |  |
|                     | keine / none                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                 |                        |                          |                         |                          |  |
| 4                   | <b>Inhalte:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                 |                        |                          |                         |                          |  |
|                     | <i>Inhalte der Lehrveranstaltung Intermolekulare Wechselwirkungen und Grenzflächenkräfte:</i><br>Flüssige Grenzflächen (Kelvin- und Laplace-Gleichung), Nukleation, geladene Grenzflächen, Festkörperoberflächen und Grenzflächen, Energien und Kräfte an Grenzflächen (Molekulare- und Kontinuumsbetrachtung), Kontaktkräfte, AFM-basierte Methoden, Makromoleküle an Grenzflächen, Benetzung |                 |                        |                          |                         |                          |  |
|                     | <i>Inhalte der Lehrveranstaltung Quantenchemie:</i><br>Born-Oppenheimer-Näherung, Elektronische Schrödinger-Gleichung, Basissatz-Darstellung, Dichtefunktionaltheorie, ab-initio-Molekulardynamik, Hartree-Fock, Elektronenkorrelation, Configuration-Interaction, Coupled-Cluster, Quanten Monte Carlo                                                                                        |                 |                        |                          |                         |                          |  |

## 5 Technische Wahlpflichtmodule

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                |                                         |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------------|
| 5  | <b>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:</b><br>Die Studierenden verfügen über fortgeschrittene Kenntnisse der Oberflächen- und Grenzflächenchemie von Materialien, der elektrischen Doppelschichten, über molekulare und makromolekulare Adsorption und Desorption, über Kontaktkräfte sowie Benetzungsprozesse, über Selbstorganisationsprozesse und molekulare Oberflächenchemie sowie über die Grundlagen der Grenzflächenchemie von Biomaterialien. Die Studierenden verfügen über fortgeschrittene Kenntnisse der theoretischen Methoden der Quantenchemie sowie deren Anwendung in Form von Computersimulationen. In den Übungen erwerben die Studierenden 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. |                                |                                         |
| 6  | <b>Prüfungsleistung:</b><br><input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP) <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP) <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                |                                         |
|    | zu                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <b>Prüfungsform</b>            | <b>Dauer bzw. Umfang</b>                |
|    | a) -<br>b)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Klausur oder mündliche Prüfung | ca. 180 Minuten<br>bzw. 45 - 60 Minuten |
| 7  | <b>Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:</b><br>keine / none                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                |                                         |
| 8  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:</b><br>keine / none                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                |                                         |
| 9  | <b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten:</b><br>Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                |                                         |
| 10 | <b>Gewichtung für Gesamtnote:</b><br>Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                |                                         |
| 11 | <b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:</b><br>keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                |                                         |
| 12 | <b>Modulbeauftragte/r:</b><br>Prof. Dr. Guido Grundmeier, Prof. Dr. Martin Brehm                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                |                                         |
| 13 | <b>Sonstige Hinweise:</b><br>Sprache: deutsch, in Absprache mit den Studierenden englisch<br>Literatur: H.-J. Butt, K. Graf, M. Kappl: Physics and Chemistry of Interfaces; H.-J. Butt, M. Kappl: Surface and Interface Forces; C.H. Hamann, W. Vielstich: Elektrochemie; P.W. Atkins: Quanten – Begriffe und Konzepte für Chemiker                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                |                                         |

## 5.16 Regelungstechnik, Modellbildung und Simulation

| Regelungstechnik, Modellbildung und Simulation (MA) |                                                                                                                                                                                                          |                 |                        |                          |                         |                          |  |
|-----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|--|
| Control, Modelling and Simulation                   |                                                                                                                                                                                                          |                 |                        |                          |                         |                          |  |
| <b>Modulnummer:</b>                                 | <b>Workload (h):</b>                                                                                                                                                                                     | <b>LP:</b>      | <b>Studiensem.:</b>    | <b>Turnus:</b>           | <b>Dauer (in Sem.):</b> | <b>Sprache:</b>          |  |
| M.104.4230                                          | 240                                                                                                                                                                                                      | 8               | 2. Semester            | Sommersemester           | 1                       | de                       |  |
| 1                                                   | <b>Modulstruktur:</b>                                                                                                                                                                                    |                 |                        |                          |                         |                          |  |
|                                                     | <b>Lehrveranstaltung</b>                                                                                                                                                                                 | <b>Lehrform</b> | <b>Kontaktzeit (h)</b> | <b>Selbststudium (h)</b> | <b>Status (P/WP)</b>    | <b>Gruppengröße (TN)</b> |  |
| a)                                                  | L.104.52213<br>Regelungstechnik 2                                                                                                                                                                        | V2<br>Ü1,<br>SS | 45                     | 75                       | P                       | 20 - 40                  |  |
| b)                                                  | L.104.52220<br>Modellbildung und Simulation dynamischer Systeme                                                                                                                                          | V2<br>Ü1,<br>SS | 45                     | 75                       | P                       | 20 - 40                  |  |
| 2                                                   | <b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b>                                                                                                                                                           |                 |                        |                          |                         |                          |  |
|                                                     | keine                                                                                                                                                                                                    |                 |                        |                          |                         |                          |  |
| 3                                                   | <b>Teilnahmevoraussetzungen:</b>                                                                                                                                                                         |                 |                        |                          |                         |                          |  |
|                                                     | Empfohlen: Kenntnisse, wie sie in den Vorlesungen in Grundlagen der Mechatronik und Systemtechnik, Regelungstechnik, Matlab/Simulink in der Mechatronik, Maschinen- und Systemdynamik vermittelt werden. |                 |                        |                          |                         |                          |  |
|                                                     | <i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Modellbildung und Simulation dynamischer Systeme:</i>                                                                                                  |                 |                        |                          |                         |                          |  |
|                                                     | Empfohlene Vorkenntnisse:                                                                                                                                                                                |                 |                        |                          |                         |                          |  |
|                                                     | <ul style="list-style-type: none"><li>• Grundlagen der Mechatronik und Systemtechnik</li><li>• Regelungstechnik</li><li>• Matlab/Simulink in der Mechatronik</li></ul>                                   |                 |                        |                          |                         |                          |  |
|                                                     | <i>Prerequisites of course Modellbildung und Simulation dynamischer Systeme:</i>                                                                                                                         |                 |                        |                          |                         |                          |  |
|                                                     | Recommended prior knowledge:                                                                                                                                                                             |                 |                        |                          |                         |                          |  |
|                                                     | <ul style="list-style-type: none"><li>• Principles of Mechatronics and System Theory</li><li>• Automatic Control</li><li>• Matlab/Simulink in mechatronics</li></ul>                                     |                 |                        |                          |                         |                          |  |

|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4 | <p><b>Inhalte:</b></p> <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Regelungstechnik 2:</i></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Zustandsraumbeschreibung dynamischer Systeme</li><li>• Methoden der Modellvereinfachung: Linearisierung um Referenztrajektorie, Padé-Approximation, Ortsdiskretisierung</li><li>• Steuerbarkeit und Beobachtbarkeit, Nullstellenbegriff bei Mehrgrößensystemen</li><li>• Modellordnungsreduktion</li><li>• 2-Freiheitsgrade-Regelung mit Zustandsrückführung und Vorsteuerung</li><li>• Entwurf von Zustandsregelungen</li><li>• Zustands- und Störbeobachter</li></ul> <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Modellbildung und Simulation dynamischer Systeme:</i></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Übersicht über Modellierungswerkzeuge</li><li>• DGL-Formalismen für die Dynamik mechanischer Systeme</li><li>• Multiphysikalische Modellierungsparadigmen:<ul style="list-style-type: none"><li>– Signalflussorientierte Modellierung</li><li>– Lagrange für die Multidomänenanwendung</li><li>– Mehrpol-Systeme: Verallg. Kirchhofsche Netzwerke</li><li>– Bondgraphen</li></ul></li><li>• Modellkausalität</li><li>• Bestimmung von Modellparametern (Parameteridentifikation)</li><li>• Nichtlineare Simulation</li></ul> <p><i>Contents of the course Modellbildung und Simulation dynamischer Systeme:</i></p> <p>Modeling and Simulation of Dynamic Systems:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• overview of modelling tools</li><li>• differential equation formalisms for the dynamics of mechanical systems</li><li>• multiphysical modeling paradigms:<ul style="list-style-type: none"><li>– signal flow oriented modeling</li><li>– Lagrange for multidomain application</li><li>– multipolar systems: general Kirchhoff's circuit laws</li><li>– bondgraphs</li></ul></li><li>• model causality</li><li>• identification of model parameters</li><li>• nonlinear simulation</li></ul> |
|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

## 5 Technische Wahlpflichtmodule

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                |                                        |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|----------------------------------------|
| 5  | <b>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:</b><br><br>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  | <b>Prüfungsleistung:</b><br><input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP) <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP) <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                |                                        |
|    | zu                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <b>Prüfungsform</b>            | <b>Dauer bzw. Umfang</b>               |
|    | a) -<br>b)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Klausur oder mündliche Prüfung | 180 - 240 Minuten oder 45 - 60 Minuten |
|    | <b>Gewichtung für die Modulnote</b><br><br>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  | <b>Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:</b><br>keine / none                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                |                                        |
| 8  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:</b><br>keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                |                                        |
| 9  | <b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten:</b><br>Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                |                                        |
| 10 | <b>Gewichtung für Gesamtnote:</b><br>Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                |                                        |
| 11 | <b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:</b><br>Masterstudiengang Maschinenbau                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                |                                        |
| 12 | <b>Modulbeauftragte/r:</b><br>Prof. Dr. Ansgar Trächtler                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                |                                        |
| 13 | <b>Sonstige Hinweise:</b><br><br>Dieses Bachelormodul kann im Master Chemieingenieurwesen als Technisches Modul und im Master Maschinenbau als Vertiefungsrichtungsspezifisches Modul ausschließlich in der Vertiefungsrichtung Ingenieurinformatik gewählt werden.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                |                                        |

## 5.17 Schadensanalyse

| Schadensanalyse     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                 |                        |                          |                         |                          |  |
|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|--|
| Damage analysis     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                 |                        |                          |                         |                          |  |
| <b>Modulnummer:</b> | <b>Workload (h):</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <b>LP:</b>      | <b>Studiensem.:</b>    | <b>Turnus:</b>           | <b>Dauer (in Sem.):</b> | <b>Sprache:</b>          |  |
| M.104.7230          | 240                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 8               | 1.-3. Semester         | Wintersemester           | 1                       | de                       |  |
| 1                   | <b>Modulstruktur:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                 |                        |                          |                         |                          |  |
|                     | <b>Lehrveranstaltung</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <b>Lehrform</b> | <b>Kontaktzeit (h)</b> | <b>Selbststudium (h)</b> | <b>Status (P/WP)</b>    | <b>Gruppengröße (TN)</b> |  |
| a)                  | L.104.22230<br>Bruchmechanik                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | V2<br>P1,<br>WS | 45                     | 75                       | P / WP                  | 20 - 40                  |  |
| b)                  | L.104.23230<br>Technische Aspekte von Rissbildung und Bruch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | V2<br>Ü1,<br>WS | 45                     | 75                       | P                       | 20 - 60                  |  |
| 2                   | <b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                 |                        |                          |                         |                          |  |
|                     | keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                 |                        |                          |                         |                          |  |
| 3                   | <b>Teilnahmevoraussetzungen:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                 |                        |                          |                         |                          |  |
|                     | <i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Technische Aspekte von Rissbildung und Bruch:</i><br>Empfohlen werden die Vorlesungen Werkstoffkunde 1 und 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                 |                        |                          |                         |                          |  |
| 4                   | <b>Inhalte:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                 |                        |                          |                         |                          |  |
|                     | <i>Inhalte der Lehrveranstaltung Bruchmechanik:</i> <ul style="list-style-type: none"><li>• Konzepte der Bruchmechanik</li><li>• Spannungs- und Verschiebungsfelder in elastischen Festkörpern mit Rissen</li><li>• Berechnung von Spannungsintensitätsfaktoren</li><li>• Bruchkriterium von Griffith und Energiebetrachtungen zum Griffith-Riß (Irwinsche Formeln)</li><li>• Spannungsfunktionen von Westergaard und Williams</li><li>• Methoden zur Ermittlung von Spannungsintensitätsfaktoren</li><li>• Rißausbreitungskriterien</li><li>• Elasto-Plastische Bruchmechanik</li><li>• Die R6-Methode</li></ul> |                 |                        |                          |                         |                          |  |

## 5 Technische Wahlpflichtmodule

|            | <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Technische Aspekte von Rissbildung und Bruch:</i></p> <p>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:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• unterschiedliche Rissprüfverfahren,</li><li>• Thermographie,</li><li>• Ultraschallprüfung,</li><li>• Röntgen / Computertomographie,</li><li>• Wirbelstromprüfung / Barkhausenrauschen,</li><li>• systematische Analyse von Schadensfällen,</li><li>• Bruchmechanismen.</li></ul> |                                        |                              |                   |                              |            |                                |                                        |      |
|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|------------------------------|-------------------|------------------------------|------------|--------------------------------|----------------------------------------|------|
| 5          | <p><b>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:</b></p> <p>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.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                        |                              |                   |                              |            |                                |                                        |      |
| 6          | <p><b>Prüfungsleistung:</b></p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP)      <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP)      <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)</p> <table><tr><th>zu</th><th>Prüfungsform</th><th>Dauer bzw. Umfang</th><th>Gewichtung für die Modulnote</th></tr><tr><td>a) -<br/>b)</td><td>Klausur oder mündliche Prüfung</td><td>180 - 240 Minuten oder 45 - 60 Minuten</td><td>100%</td></tr></table> <p>In der Prüfung sollen die Studierenden für exemplarische Problemstellungen die zugrundeliegenden Methoden erläutern, sowie für Berechnungsbeispiele detaillierte Lösungen finden.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | zu                                     | Prüfungsform                 | Dauer bzw. Umfang | Gewichtung für die Modulnote | a) -<br>b) | Klausur oder mündliche Prüfung | 180 - 240 Minuten oder 45 - 60 Minuten | 100% |
| zu         | Prüfungsform                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Dauer bzw. Umfang                      | Gewichtung für die Modulnote |                   |                              |            |                                |                                        |      |
| a) -<br>b) | Klausur oder mündliche Prüfung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 180 - 240 Minuten oder 45 - 60 Minuten | 100%                         |                   |                              |            |                                |                                        |      |
| 7          | <p><b>Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:</b></p> <p>keine / none</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                        |                              |                   |                              |            |                                |                                        |      |
| 8          | <p><b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:</b></p> <p>keine / none</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                        |                              |                   |                              |            |                                |                                        |      |
| 9          | <p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten:</b></p> <p>Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                        |                              |                   |                              |            |                                |                                        |      |
| 10         | <p><b>Gewichtung für Gesamtnote:</b></p> <p>Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                        |                              |                   |                              |            |                                |                                        |      |

## 5 Technische Wahlpflichtmodule

|    |                                                                                                                                                                    |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 11 | <b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:</b><br>Masterstudiengang Maschinenbau, Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau |
| 12 | <b>Modulbeauftragte/r:</b><br>Dr. Ismail Caylak, Prof. Dr. Mirko Schaper                                                                                           |
| 13 | <b>Sonstige Hinweise:</b>                                                                                                                                          |

## 5.18 Aktuelle Themen des Maschinenbaus

| Aktuelle Themen des Maschinenbaus        |               |     |                |                          |                  |          |
|------------------------------------------|---------------|-----|----------------|--------------------------|------------------|----------|
| Current topics in Mechanical Engineering |               |     |                |                          |                  |          |
| Modulnummer:                             | Workload (h): | LP: | Studiensem.:   | Turnus:                  | Dauer (in Sem.): | Sprache: |
| M.104.7792                               | 240           | 8   | 1.-4. Semester | Sommer- / Wintersemester | 2                | de       |

## 5 Technische Wahlpflichtmodule

1

| Modulstruktur: |                                                                                               |              |                 |                   |               |                   |
|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|-----------------|-------------------|---------------|-------------------|
|                | Lehrveranstaltung                                                                             | Lehrform     | Kontaktzeit (h) | Selbststudium (h) | Status (P/WP) | Gruppengröße (TN) |
| a)             | L.104.25755<br>Industrienähe      Forschungsthemen                                            | P3, SS/WS    | 45              | 75                | WP            |                   |
| b)             | L.104.41260<br>Qualitätsmanagement                                                            | V2<br>Ü1, SS | 45              | 75                | WP            | 40 - 60           |
| c)             | L.104.42285<br>Versuchsplanung und Auswertung mittels Statistik in der Kunststoffverarbeitung | V2<br>Ü1, SS | 45              | 75                | WP            |                   |
| d)             | L.104.32765<br>Blue Engineering - Nachhaltigkeit im Ingenieurwesen                            | S3, SS       | 45              | 75                | WP            | 20                |
| e)             | L.032.25301<br>Makromolekulare Chemie 1                                                       | V2, SS       | 30              | 90                | WP            |                   |
| f)             | L.104.32675<br>chemPLANT                                                                      | S2, SS       | 30              | 90                | WP            |                   |
| g)             | L.104.14252<br>Grundlagen der Tribologie                                                      | V3, SS       | 45              | 75                | WP            |                   |
| h)             | L.104.14254<br>Numerische Tribologie                                                          | V3, WS       | 45              | 75                | WP            |                   |
| i)             | L.104.61230<br>Datengetriebenes      Ressourcenmanagement                                     | V1<br>S2, WS | 45              | 75                | WP            | 12                |
| j)             | L.104.61240<br>Circular Economy                                                               | V1<br>S2, WS | 45              | 75                | WP            | 12                |
| k)             | L.104.61665<br>Industrienähe      Nachhaltigkeitsthemen                                       | S3           | 45              | 75                | WP            | 8                 |
| )              | L.104.61262<br>Nachhaltige Transformation - Defossilisierung                                  | V2 Ü1        | 45              | 75                | WP            | 35                |
| )              | L.104.11271<br>Data Science und Maschinelles Lernen                                           | V2 Ü2        | 60              | 60                | WP            | 200               |
| )              | L.104.11284<br>Algorithmische Entwicklung und Design Automation                               | V2 S1        | 45              | 75                | P             | 30                |

## 5 Technische Wahlpflichtmodule

|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2 | <p><b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b></p> <p>Es sind zwei Veranstaltungen zu wählen.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 3 | <p><b>Teilnahmevoraussetzungen:</b></p> <p>keine</p> <p><i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung chemPLANT:</i><br/>breites Grundlagenwissen im Bereich der Verfahrenstechnik (Wärme- &amp; Stoffübertragung, Grundlagen der mechanischen, thermischen &amp; chemischen Verfahrenstechnik)</p> <p><i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Grundlagen der Tribologie:</i><br/>Empfohlen: Grundkenntnisse in Maschinenelemente, Technischer Mechanik, Werkstoffkunde, Strömungslehre und Mathematik.</p> <p><i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Numerische Tribologie:</i><br/>Empfohlen: Grundlagen der Tribologie, Grundkenntnisse in Maschinenelemente, Technischer Mechanik, Werkstoffkunde, Strömungslehre und Mathematik</p> <p><i>Prerequisites of course Grundlagen der Tribologie:</i><br/>Recommended: Basic knowledge of machine elements, engineering mechanics, materials science, fluid mechanics and mathematics.</p> <p><i>Prerequisites of course Numerische Tribologie:</i><br/>Recommended: Fundamentals of Tribology, basic knowledge of machine elements, engineering mechanics, materials science, fluid mechanics and mathematics.</p> |
| 4 | <p><b>Inhalte:</b></p> <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Industrienähe Forschungsthemen:</i><br/>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.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |

## 5 Technische Wahlpflichtmodule

### *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 Prüfmethode 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 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 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 System
- 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 individuelle Erarbeitung von neuen Grundbausteinen durch die Teilnehmenden. Dadurch wird das Angebot zur Verfügung stehender Themen/Grundbausteine für die nachfolgenden Jahrgänge steigen.

## 5 Technische Wahlpflichtmodule

### *Inhalte der Lehrveranstaltung Makromolekulare Chemie 1:*

- Herstellung von Polymeren
- Molmassen und Molmassenverteilung
- Stufen- und Kettenreaktionen
- Grundlagen der Polykondensation und –addition, radikalische und ionische Polymerisation
- Copolymerisation
- Koordinative Polymerisation
- Methoden zur Charakterisierung und Molmassenbestimmung in Lösung.

### *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

## 5 Technische Wahlpflichtmodule

### *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 Industriennahe 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
- Defossilisierung der Beispielfabrik

### *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-Stokes 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 introduced. 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.

## 5 Technische Wahlpflichtmodule

|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   | <p><i>Contents of the course Datengetriebenes Ressourcenmanagement:</i><br/>         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.<br/>         Basic components of the course (can vary depending on the semester assignment):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fundamentals of resource management and efficiency</li> <li>• Fundamentals of energy management and efficiency, decentralized energy supply in industry, energy storage</li> <li>• Fundamentals of data management</li> <li>• Finding creative solutions</li> <li>• Presentation of the issues</li> <li>• Carrying out project planning as a group</li> </ul> <p><i>Contents of the course Circular Economy:</i><br/>         The content of this module focuses on the interdisciplinary development of circular solutions in industrial production and products.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fundamentals of circular economy (CE), including the 9+1 R strategies</li> <li>• Circularity in production and factory operations</li> <li>• Circularity in products</li> <li>• Circularity in energy systems</li> <li>• Metrics for measuring CE</li> <li>• Exercises on circular economy</li> <li>• Criticality</li> <li>• Elaboration of the problem or need</li> <li>• Carrying out project planning</li> <li>• Feedback and optimization</li> </ul> |
| 5 | <p><b>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:</b></p> <p>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.</p> <p>Lernergebnisse der Veranstaltung "Industriennahe Forschungsthemen":</p> <p>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.</p> <p>Lernergebnisse der Veranstaltung "Qualitätsmanagement":</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |

## 5 Technische Wahlpflichtmodule

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 "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 "Blue Engineering - Nachhaltigkeit im Ingenieurwesen":

Nach erfolgreichem Bestehen der Prüfung 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

## 5 Technische Wahlpflichtmodule

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 "Makromolekulare Chemie 1 für CIW":

Die Studierenden haben einen Überblick über den Stand der modernen Wissenschaft und Technik auf dem Gebiet der Makromolekularen und Technischen Chemie. Sie sind insbesondere in der Lage, die Grundlagen polymerer Kettenstrukturen in Schmelze und Lösung, Grundprobleme der Polymerisationstechnik und der Polymerisationsprozesse sowie Prozesse an Festkörperoberflächen und an Grenzflächen mit eigenen Worten zu erläutern. Weiterhin sind die Studierenden in der Lage Methoden zur Charakterisierung und Molmassenbestimmung in Lösungen anzuwenden, sowie Transportmechanismen in polymeren Werkstoffen zu erläutern und auf technische Prozesse und Produkte anzuwenden. Sie sind in der Lage industrielle Produktionsprozesse für verschiedene Polymerprozesse zu entwerfen und auszulegen. Weiterhin sind die Studierenden in der Lage, aus der chemischen Struktur von Polymeren wichtige Materialeigenschaften abzuleiten.

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 Schäden 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 numerische Berechnungsprogramme selber zu entwickeln.

Lernergebnisse der Veranstaltung "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 "Industriennahe Nachhaltigkeitsthemen":

## 5 Technische Wahlpflichtmodule

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 “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 ingenieurwissenschaftliche 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 “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”:

## 5 Technische Wahlpflichtmodule

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 “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.

## 5 Technische Wahlpflichtmodule

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                              |                                                                            |                                                                            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | <b>Prüfungsleistung:</b>                                                                                                                                     |                                                                            |                                                                            |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <input type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP) <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP) <input checked="" type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP) |                                                                            |                                                                            |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | zu                                                                                                                                                           | <b>Prüfungsform</b>                                                        | <b>Dauer bzw. Umfang</b><br><b>Gewichtung für die Modulnote</b>            |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | a)                                                                                                                                                           | Referat                                                                    | 20 - 30 Minuten<br>50%                                                     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | b)                                                                                                                                                           | Klausur oder mündliche Prüfung                                             | 90-120 Minuten oder 30-45 Minuten<br>50%                                   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | c)                                                                                                                                                           | Mündliche Prüfung                                                          | 30-45 Minuten<br>50%                                                       |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | d)                                                                                                                                                           | schriftliche Hausarbeit (Einzelarbeit) sowie Projektarbeit (Gruppenarbeit) | 15-30 Seiten sowie Dokumentation und Präsentation (30 Minuten)<br>25%, 25% |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | e)                                                                                                                                                           | Klausur oder mündliche Prüfung                                             | 90-120 Minuten oder 30-45 Minuten<br>50%                                   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | f)                                                                                                                                                           | Referat                                                                    | 30 - 45 Minuten<br>50%                                                     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | g)                                                                                                                                                           | Klausur oder mündliche Prüfung                                             | 90-120 Min. oder 30-45 Min.<br>50%                                         |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | h)                                                                                                                                                           | Klausur oder mündliche Prüfung                                             | 90-120 Min. oder 30-45 Min.<br>50%                                         |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | i)                                                                                                                                                           | schriftliche Hausarbeit (Einzelarbeit) sowie Projektarbeit (Gruppenarbeit) | 15-30 Seiten sowie Dokumentation und Präsentation (30 Minuten)<br>20%, 30% |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | j)                                                                                                                                                           | Schriftliche Hausarbeit sowie Projektarbeit                                | 10 Minuten / 20 Minuten sowie Dokumentation<br>20%, 30%                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | k)                                                                                                                                                           | Referat                                                                    | Vortrag 30 Min., schriftliche Ausarbeitung ca. 10 Seiten<br>50%            |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | )                                                                                                                                                            | Schriftliche Hausarbeit sowie Projektarbeit                                | 10 Minuten / 20 Minuten<br>20%, 30%                                        |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | )                                                                                                                                                            | Klausur oder mündliche Prüfung                                             | 90 - 120 Minuten oder 30 - 45 Minuten<br>50%                               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | )                                                                                                                                                            | Hausarbeit inkl. Präsentation                                              | 15-30 Seiten, 30 Minuten<br>50%                                            |
| <p>In der Prüfung sollen die Studierenden exemplarische Problemstellungen behandeln und grundlegend auslegen.</p> <p>Die bzw. der jeweilige Lehrende setzt fest, wie die Prüfungsleistung konkret zu erbringen ist. Dies wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit von der bzw. dem jeweiligen Lehrenden und im Campus Management System der Universität Paderborn oder in sonstiger geeigneter Weise bekannt gegeben.</p> |                                                                                                                                                              |                                                                            |                                                                            |

## 5 Technische Wahlpflichtmodule

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |         |                       |         |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-----------------------|---------|
| 7  | <b>Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |         |                       |         |
|    | zu                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Form    | Dauer bzw. Umfang     | SL / QT |
|    | a)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |         |                       |         |
|    | b)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |         |                       |         |
|    | c)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |         |                       |         |
|    | d)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |         |                       |         |
|    | e)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |         |                       |         |
|    | f)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Bericht | 5-10 DIN A4<br>Seiten | SL      |
|    | g)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |         |                       |         |
|    | h)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |         |                       |         |
|    | i)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |         |                       |         |
|    | j)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |         |                       |         |
|    | k)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |         |                       |         |
|    | )                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |         |                       |         |
|    | )                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |         |                       |         |
|    | )                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |         |                       |         |
| 8  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:</b><br>keine / none                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |         |                       |         |
| 9  | <b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten:</b><br>Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulteilprüfungen bestanden sind.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |         |                       |         |
| 10 | <b>Gewichtung für Gesamtnote:</b><br>Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |         |                       |         |
| 11 | <b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:</b><br>keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |         |                       |         |
| 12 | <b>Modulbeauftragte/r:</b><br>Prof. Dr. Hans-Joachim Schmid                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |         |                       |         |
| 13 | <b>Sonstige Hinweise:</b><br><i>Hinweise der Lehrveranstaltung Blue Engineering - Nachhaltigkeit im Ingenieurwesen:</i><br>Die Veranstaltung wird ausschließlich für Studierende aus Masterstudiengängen angeboten.<br><br><i>Hinweise der Lehrveranstaltung chemPLANT:</i><br>Termine, Fristen & Regelwerk sind abrufbar unter: <a href="http://www.vdi.de/tg-fachgesellschaften/vdi-gesellschaft-verfahrenstechnik-und-chemieingenieurwesen/chemplant">www.vdi.de/tg-fachgesellschaften/vdi-gesellschaft-verfahrenstechnik-und-chemieingenieurwesen/chemplant</a> |         |                       |         |

## 5 Technische Wahlpflichtmodule

### *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

## 5.19 Freies Technisches Wahlpflichtmodul

| Freies Technisches Wahlpflichtmodul (CIW) |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |               |     |              |                          |                   |               |                   |
|-------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-----|--------------|--------------------------|-------------------|---------------|-------------------|
|                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |               |     |              |                          |                   |               |                   |
| Modulnummer:                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Workload (h): | LP: | Studiensem.: | Turnus:                  | Dauer (in Sem.):  | Sprache:      |                   |
| M.104.7799                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 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:<br>Zwei Veranstaltungen aus dem Pool der technischen Veranstaltungen.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |               |     |              |                          |                   |               |                   |
| 3                                         | Teilnahmevoraussetzungen:<br>keine / none                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |               |     |              |                          |                   |               |                   |
| 4                                         | Inhalte:<br>Siehe Lehrveranstaltungen innerhalb dieses Modulhandbuches.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |               |     |              |                          |                   |               |                   |
| 5                                         | Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:<br>Siehe Module innerhalb dieses Modulhandbuches, in denen die Lehrveranstaltungen vorkommen.                                                                                                                                                                                                                                                                                              |               |     |              |                          |                   |               |                   |
| 6                                         | Prüfungsleistung:<br><input type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP) <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP) <input checked="" type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)<br>Siehe Module innerhalb dieses Modulhandbuches, in denen die Lehrveranstaltungen vorkommen.<br>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:<br>keine / none                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |               |     |              |                          |                   |               |                   |
| 8                                         | Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:<br>keine / none                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |               |     |              |                          |                   |               |                   |
| 9                                         | Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten:<br>Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulteilprüfungen bestanden sind.                                                                                                                                                                                                                                                                                                |               |     |              |                          |                   |               |                   |
| 10                                        | Gewichtung für Gesamtnote:<br>Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |               |     |              |                          |                   |               |                   |

## 5 Technische Wahlpflichtmodule

|    |                                                                 |
|----|-----------------------------------------------------------------|
| 11 | <b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:</b><br>keine |
| 12 | <b>Modulbeauftragte/r:</b><br>Prof. Dr. Hans-Joachim Schmid     |
| 13 | <b>Sonstige Hinweise:</b>                                       |

## 6 Nicht technisches Modul

| Nicht technisches Modul |                                                                                                                    |              |                     |                          |                         |                   |
|-------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|---------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------|
| <b>Modulnummer:</b>     | <b>Workload (h):</b>                                                                                               | <b>LP:</b>   | <b>Studiensem.:</b> | <b>Turnus:</b>           | <b>Dauer (in Sem.):</b> | <b>Sprache:</b>   |
| M.104.7800              | 180                                                                                                                | 6            | 1.- 4. Semester     | Sommer- / Wintersemester | 1                       |                   |
| 1                       | <b>Modulstruktur:</b>                                                                                              |              |                     |                          |                         |                   |
|                         | 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<br>Patentstrategie und Patentrecht                                                                     | V2<br>Ü1, SS | 45                  | 45                       | WP                      | 60                |
| d)                      | L.104.32281<br>Allgemeines Recht und Vertragsrecht für Ingenieure                                                  | V1<br>Ü1, WS | 30                  | 60                       | WP                      | 60                |
| e)                      | L.104.41221<br>Kostenrechnung im Maschinenbau                                                                      | V1Ü1, SS     | 30                  | 60                       | WP                      | 40-60             |
| f)                      | L.104.31492<br>Interkulturelle Kommunikations- und Wirtschaftskompetenz                                            | Ü2, WS       | 30                  | 60                       | WP                      | 20                |

## 6 Nicht technisches Modul

|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2 | <p><b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b></p> <p>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.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 3 | <p><b>Teilnahmevoraussetzungen:</b></p> <p>keine</p> <p><i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung 1 Veranstaltung aus dem Angebot des Zentrums für Sprachlehre der Universität Paderborn im Umfang von 3 LP:</i><br/>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.</p> <p><i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Interkulturelle Kommunikations- und Wirtschaftskompetenz:</i><br/>keine</p> <p><i>Prerequisites of course Interkulturelle Kommunikations- und Wirtschaftskompetenz:</i><br/>none</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 4 | <p><b>Inhalte:</b></p> <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung 1 Veranstaltung aus dem Angebot des Zentrums für Sprachlehre der Universität Paderborn im Umfang von 3 LP:</i><br/>Über die genauen Inhalte des von Ihnen ausgewählten Sprachkurses können Sie sich auf der Webseite des Zentrums für Sprachlehre (ZfS) informieren: <a href="http://www.uni-paderborn.de/zfs/sprachenlernen/sprachkurse-a-z">http://www.uni-paderborn.de/zfs/sprachenlernen/sprachkurse-a-z</a></p> <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Patentstrategie und Patentrecht:</i><br/>Die Vorlesung umfasst drei Themenschwerpunkte. Im Einzelnen adressiert die Vorlesung die folgenden Inhalte:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen des gewerblichen Rechtsschutzes: Einführung in das Patentrecht, Aufbau einer Patentanmeldung, Patenterteilungsprozess, Gebrauchsmusterschutz</li> <li>• Patentrecherche: Einführung in die Patentrecherche, Arbeiten mit Datenbanken</li> <li>• Marken- und Designschutz, Urheberrecht, Internationaler Patentschutz, Arbeitnehmererfindungen, Patent-Portfolio-Management</li> </ul> |

### *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

|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   | <p><i>Contents of the course Kostenrechnung im Maschinenbau:</i></p> <p>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.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Internal cost and performance accounting</li> <li>• Product cost calculation</li> <li>• Investment appraisal</li> <li>• The company level</li> <li>• Measures for improvement</li> </ul> <p><i>Contents of the course Interkulturelle Kommunikations- und Wirtschaftskompetenz:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Clarification of the terms “Herkunft”, “Zugehörigkeit” (“Normalität vs. Othering”) and “Identität”.</li> <li>• Intercultural competence and related sub-competences</li> <li>• Expanding self-knowledge and culture-specific knowledge about selected countries</li> <li>• Living, learning with a focus on studying and working in selected countries</li> <li>• Labour law and tax law in selected countries</li> </ul> |
| 5 | <p><b>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:</b></p> <p>Lernergebnisse der Sprachveranstaltungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fremdsprachenkompetenz</li> </ul> <p>Lernergebnisse der Veranstaltung “Allgemeines Recht und Vertragsrecht für Ingenieure”:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Auseinandersetzung mit rechtlichen Herausforderungen aus dem Alltag eines Ingenieurs</li> </ul> <p>Lernergebnisse der Veranstaltung “Patenstrategie und Patentrecht”:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Durchführung von datenbankbasierten Patentrecherchen</li> </ul> <p>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.</p> <p>Lernergebnisse der Veranstaltung “Interkulturelle Kommunikations- und Wirtschaftskompetenz”:</p> <p>Die Studierenden sind in der Lage,</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |

## 6 Nicht technisches Modul

|    | <ul style="list-style-type: none"><li>• 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,</li><li>• kulturelle Differenzen zwischen ausgewählten Ländern und Deutschland insbesondere im tertiären Bildungssystem und des Arbeits- und Lebensalltags zu beschreiben sowie</li><li>• Verhaltensweisen, politische und gesellschaftliche Strukturen (bspw. hierarchische Strukturen) in ausgewählten Ländern zu beschreiben und ein Verständnis für kulturelle Unterschiede und Gemeinsamkeiten zu entwickeln.</li></ul>                                                                                                       |                                                                                               |                              |                   |                              |    |                                |                                 |     |    |                                |  |     |    |         |          |     |    |                                |                             |     |    |                                |                                                                                               |     |    |         |         |     |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|-------------------|------------------------------|----|--------------------------------|---------------------------------|-----|----|--------------------------------|--|-----|----|---------|----------|-----|----|--------------------------------|-----------------------------|-----|----|--------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----|---------|---------|-----|
| 6  | <p><b>Prüfungsleistung:</b></p> <p><input type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP)      <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP)      <input checked="" type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)</p> <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>45 - 90 Minuten oder 30 Minuten</td><td>50%</td></tr><tr><td>b)</td><td>Klausur oder mündliche Prüfung</td><td></td><td>50%</td></tr><tr><td>c)</td><td>Klausur</td><td>120 Min.</td><td>50%</td></tr><tr><td>d)</td><td>Klausur oder mündliche Prüfung</td><td>120 Minuten oder 45 Minuten</td><td>50%</td></tr><tr><td>e)</td><td>Klausur oder mündliche Prüfung</td><td>Klausur im Umfang von 50-120 Minuten bzw. mündliche Prüfung mit einer Dauer von 30-45 Minuten</td><td>50%</td></tr><tr><td>f)</td><td>Referat</td><td>30 Min.</td><td>50%</td></tr></table> | 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% |
| 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  | <p><b>Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:</b></p> <p>keine / none</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                               |                              |                   |                              |    |                                |                                 |     |    |                                |  |     |    |         |          |     |    |                                |                             |     |    |                                |                                                                                               |     |    |         |         |     |
| 8  | <p><b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:</b></p> <p>keine / none</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                               |                              |                   |                              |    |                                |                                 |     |    |                                |  |     |    |         |          |     |    |                                |                             |     |    |                                |                                                                                               |     |    |         |         |     |
| 9  | <p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten:</b></p> <p>Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulteilprüfungen bestanden sind.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                               |                              |                   |                              |    |                                |                                 |     |    |                                |  |     |    |         |          |     |    |                                |                             |     |    |                                |                                                                                               |     |    |         |         |     |
| 10 | <p><b>Gewichtung für Gesamtnote:</b></p> <p>Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                               |                              |                   |                              |    |                                |                                 |     |    |                                |  |     |    |         |          |     |    |                                |                             |     |    |                                |                                                                                               |     |    |         |         |     |

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 11 | <b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:</b><br>Masterstudiengang Maschinenbau                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 12 | <b>Modulbeauftragte/r:</b><br>Prof. Dr. Hans-Joachim Schmid                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 13 | <b>Sonstige Hinweise:</b><br><p><i>Hinweise der Lehrveranstaltung 1 Veranstaltung aus dem Angebot des Zentrums für Sprachlehre der Universität Paderborn im Umfang von 3 LP.:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 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.</li> <li>• Es wird empfohlen, eine Sprache auszuwählen, die Relevanz für das spätere Berufsfeld besitzt (z.B. technisches Englisch).</li> <li>• 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.</li> <li>• 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.</li> <li>• 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): <a href="http://www.uni-paderborn.de/zfs/">http://www.uni-paderborn.de/zfs/</a></li> <li>• Es besteht kein Anrecht auf einen Teilnehmerplatz in einem bestimmten Kurs.</li> </ul> <p><i>Hinweise der Lehrveranstaltung Allgemeines Recht und Vertragsrecht für Ingenieure:</i><br/> Literatur: Schmeken, S.: Manuskript zur Vorlesung</p> <p><i>Hinweise der Lehrveranstaltung Interkulturelle Kommunikations- und Wirtschaftskompetenz:</i><br/> Literatur: Bolten, J.: Einführung in die Interkulturelle Wirtschaftskommunikation</p> <p><i>Remarks of course Interkulturelle Kommunikations- und Wirtschaftskompetenz:</i><br/> Literature: Bolten, J.: Einführung in die Interkulturelle Wirtschaftskommunikation</p> |

## 7 Industriepraktikum

| Industriepraktikum            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                      |            |                     |                          |                          |                      |                          |
|-------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|------------|---------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------|--------------------------|
| Industrial practical training |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                      |            |                     |                          |                          |                      |                          |
| <b>Modulnummer:</b>           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | <b>Workload (h):</b> | <b>LP:</b> | <b>Studiensem.:</b> | <b>Turnus:</b>           | <b>Dauer (in Sem.):</b>  | <b>Sprache:</b>      |                          |
| M.104.0070                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 300                  | 10         | 1.- 4. Semester     | Sommer- / Wintersemester | 1                        | de                   |                          |
| 1                             | <b>Modulstruktur:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                      |            |                     |                          |                          |                      |                          |
|                               | <b>Lehrveranstaltung</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                      |            | <b>Lehrform</b>     | <b>Kontaktzeit (h)</b>   | <b>Selbststudium (h)</b> | <b>Status (P/WP)</b> | <b>Gruppengröße (TN)</b> |
|                               | a)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Industriepraktikum   |            | P, SS/WS            | 10                       | 290                      | P                    | 1                        |
| 2                             | <b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                      |            |                     |                          |                          |                      |                          |
|                               | keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                      |            |                     |                          |                          |                      |                          |
| 3                             | <b>Teilnahmevoraussetzungen:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                      |            |                     |                          |                          |                      |                          |
|                               | keine / none                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                      |            |                     |                          |                          |                      |                          |
| 4                             | <b>Inhalte:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                      |            |                     |                          |                          |                      |                          |
|                               | Industrielle Projektarbeit in Fachgebieten entsprechend der Praktikumsordnung.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                      |            |                     |                          |                          |                      |                          |
| 5                             | <b>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                      |            |                     |                          |                          |                      |                          |
|                               | 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                             | <b>Prüfungsleistung:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                      |            |                     |                          |                          |                      |                          |

## 7 Industriepraktikum

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                   |                          |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|--------------------------|
| 7  | <b>Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                   |                          |
|    | zu                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | <b>Form</b>       | <b>Dauer bzw. Umfang</b> |
|    | a)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Praktikumsbericht | siehe Praktikumsordnung  |
| 8  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:</b><br>keine / none                                                                                                                                                                                                                                                                         |                   |                          |
| 9  | <b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten:</b><br>Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die qualifizierte Teilnahme nachgewiesen ist.                                                                                                                                                                                    |                   |                          |
| 10 | <b>Gewichtung für Gesamtnote:</b><br>Nicht endnotenrelevant.                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                   |                          |
| 11 | <b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:</b><br>Masterstudiengang Chemieingenieurwesen, Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Elektrotechnik, Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau                                                                                         |                   |                          |
| 12 | <b>Modulbeauftragte/r:</b><br>Prof. Dr. Hans-Joachim Schmid                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                   |                          |
| 13 | <b>Sonstige Hinweise:</b><br><i>Hinweise der Lehrveranstaltung Industriepraktikum:</i><br>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. |                   |                          |

## 8 Studienarbeit

| Studienarbeit |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                   |          |                 |                          |                  |                   |
|---------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|----------|-----------------|--------------------------|------------------|-------------------|
|               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                   |          |                 |                          |                  |                   |
| Modulnummer:  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Workload (h):     | LP:      | Studiensem.:    | Turnus:                  | Dauer (in Sem.): | Sprache:          |
| A.104.8010    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 450               | 15       | 1 -4. Semester  | Sommer- / Wintersemester | 1                | de                |
| 1             | Modulstruktur:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                   |          |                 |                          |                  |                   |
|               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Lehrveranstaltung | Lehrform | Kontaktzeit (h) | Selbststudium (h)        | Status (P/WP)    | Gruppengröße (TN) |
|               | a)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Studienarbeit     |          | 50              | 400                      | P                | 1                 |
| 2             | Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                   |          |                 |                          |                  |                   |
|               | keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                   |          |                 |                          |                  |                   |
| 3             | Teilnahmevoraussetzungen:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                   |          |                 |                          |                  |                   |
|               | keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                   |          |                 |                          |                  |                   |
| 4             | Inhalte:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                   |          |                 |                          |                  |                   |
|               | Die Inhalte und die Aufgabenstellung der Studienarbeit werden von dem oder der Prüfenden festgelegt und dem Studierenden schriftlich ausgehändigt.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                   |          |                 |                          |                  |                   |
| 5             | Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                   |          |                 |                          |                  |                   |
|               | <p>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:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Eigenständige Projektarbeit unter Zeitdruck</li><li>• Problemlösungskompetenz</li><li>• Projektmanagement</li><li>• Umgang mit wissenschaftlicher Literatur</li><li>• Einsatz von Präsentationsmitteln, -techniken sowie Rhetorik</li><li>• Verfassen einer wissenschaftlichen Arbeit</li></ul> |                   |          |                 |                          |                  |                   |

## 8 Studienarbeit

|    |                                                                                                                                                                                                                                                        |                             |                                             |                                     |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|---------------------------------------------|-------------------------------------|
| 6  | <b>Prüfungsleistung:</b><br><input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP) <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP) <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)                                                               |                             |                                             |                                     |
|    | zu                                                                                                                                                                                                                                                     | <b>Prüfungsform</b>         | <b>Dauer bzw. Umfang</b>                    | <b>Gewichtung für die Modulnote</b> |
|    | a)                                                                                                                                                                                                                                                     | Studienarbeit inkl. Vortrag | maximal 100<br>Seiten bzw.<br>30-45 Minuten | 100%                                |
| 7  | <b>Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:</b><br>keine / none                                                                                                                                                                                      |                             |                                             |                                     |
| 8  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:</b><br>keine / none                                                                                                                                                                                 |                             |                                             |                                     |
| 9  | <b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten:</b><br>Die Vergabe der Credits erfolgt, wenn die Modulprüfung bestanden ist.                                                                                                                  |                             |                                             |                                     |
| 10 | <b>Gewichtung für Gesamtnote:</b><br>Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).                                                                                                                                       |                             |                                             |                                     |
| 11 | <b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:</b><br>Masterstudiengang Chemieingenieurwesen, Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Elektrotechnik, Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau |                             |                                             |                                     |
| 12 | <b>Modulbeauftragte/r:</b><br>Prof. Dr. Hans-Joachim Schmid                                                                                                                                                                                            |                             |                                             |                                     |
| 13 | <b>Sonstige Hinweise:</b>                                                                                                                                                                                                                              |                             |                                             |                                     |

## 9 Abschlussmodul

| Abschlussmodul      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                 |                        |                          |                         |                          |  |
|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|--|
| Master Thesis       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                 |                        |                          |                         |                          |  |
| <b>Modulnummer:</b> | <b>Workload (h):</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <b>LP:</b>      | <b>Studiensem.:</b>    | <b>Turnus:</b>           | <b>Dauer (in Sem.):</b> | <b>Sprache:</b>          |  |
| A.104.7020          | 750                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 25              | 4. Semester            | Sommer- / Wintersemester | 1                       | de                       |  |
| 1                   | <b>Modulstruktur:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                 |                        |                          |                         |                          |  |
|                     | <b>Lehrveranstaltung</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <b>Lehrform</b> | <b>Kontaktzeit (h)</b> | <b>Selbststudium (h)</b> | <b>Status (P/WP)</b>    | <b>Gruppengröße (TN)</b> |  |
| a)                  | Schriftliche Masterarbeit                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                 | 75                     | 585                      | P                       | 1                        |  |
| b)                  | Mündliche Verteidigung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                 | 15                     | 75                       | P                       | 1                        |  |
| 2                   | <b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                 |                        |                          |                         |                          |  |
|                     | keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                 |                        |                          |                         |                          |  |
| 3                   | <b>Teilnahmevoraussetzungen:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                 |                        |                          |                         |                          |  |
|                     | keine / none                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                 |                        |                          |                         |                          |  |
| 4                   | <b>Inhalte:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                 |                        |                          |                         |                          |  |
|                     | Die Inhalte und die Aufgabenstellung der Masterarbeit werden von der oder dem Erstprüfenden festgelegt und der oder dem Studierenden schriftlich ausgehändigt.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                 |                        |                          |                         |                          |  |
| 5                   | <b>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                 |                        |                          |                         |                          |  |
|                     | Die Masterarbeit bildet den Abschluss des Universitätsstudiums. Die bzw. 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. Die Studierenden sind in der Lage, die erarbeiteten Lösungen zu interpretieren und zu bewerten. Sie sind auch der Lage, fehlendes Detailwissen unter sachgerechter Nutzung wissenschaftlicher Literatur sich selbständig zu erarbeiten. Sie sind ferner in der Lage, die erzielten Ergebnisse adäquat in schriftlicher Form zu dokumentieren und wissenschaftlich korrekt zu präsentieren und zu erläutern. Spezifische Schlüsselkompetenzen: |                 |                        |                          |                         |                          |  |

## 9 Abschlussmodul

|    | <ul style="list-style-type: none"><li>• Wissenschaftliches Arbeiten</li><li>• Eigenständige Projektarbeit unter Zeitdruck</li><li>• Umgang mit wissenschaftlicher Literatur</li><li>• Problemlösungskompetenz</li><li>• Projektmanagement</li><li>• Einsatz von Präsentationsmitteln, -techniken sowie Rhetorik</li><li>• Verfassen einer wissenschaftlichen Arbeit</li></ul>                                                                                                                                           |                   |                              |                   |                              |    |                           |                 |       |    |                        |               |      |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|------------------------------|-------------------|------------------------------|----|---------------------------|-----------------|-------|----|------------------------|---------------|------|
| 6  | <p><b>Prüfungsleistung:</b></p> <p><input type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP)      <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP)      <input checked="" type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)</p> <table><tr><th>zu</th><th>Prüfungsform</th><th>Dauer bzw. Umfang</th><th>Gewichtung für die Modulnote</th></tr><tr><td>a)</td><td>Schriftliche Masterarbeit</td><td>max. 150 Seiten</td><td>22/25</td></tr><tr><td>b)</td><td>Mündliche Verteidigung</td><td>30-45 Minuten</td><td>3/25</td></tr></table> | 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 |
| 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  | <p><b>Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:</b></p> <p>keine / none</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                   |                              |                   |                              |    |                           |                 |       |    |                        |               |      |
| 8  | <p><b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:</b></p> <p>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.</p>                                                                                                                                             |                   |                              |                   |                              |    |                           |                 |       |    |                        |               |      |
| 9  | <p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten:</b></p> <p>Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                   |                              |                   |                              |    |                           |                 |       |    |                        |               |      |
| 10 | <p><b>Gewichtung für Gesamtnote:</b></p> <p>Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                   |                              |                   |                              |    |                           |                 |       |    |                        |               |      |
| 11 | <p><b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:</b></p> <p>keine</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                   |                              |                   |                              |    |                           |                 |       |    |                        |               |      |
| 12 | <p><b>Modulbeauftragte/r:</b></p> <p>Prof. Dr. Hans-Joachim Schmid</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                   |                              |                   |                              |    |                           |                 |       |    |                        |               |      |
| 13 | <p><b>Sonstige Hinweise:</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                   |                              |                   |                              |    |                           |                 |       |    |                        |               |      |

## 10 Chemieingenieurwesen 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.

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

Die Masterarbeit sollte mindestens teilweise in China angefertigt werden.

| Chinesisch          |                                                                                                                                                                           |                 |                        |                          |                         |                          |  |
|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|--|
| Chinese             |                                                                                                                                                                           |                 |                        |                          |                         |                          |  |
| <b>Modulnummer:</b> | <b>Workload (h):</b>                                                                                                                                                      | <b>LP:</b>      | <b>Studiensem.:</b>    | <b>Turnus:</b>           | <b>Dauer (in Sem.):</b> | <b>Sprache:</b>          |  |
| M.104.7770          | 240                                                                                                                                                                       | 8               | 1. Semester            | Wintersemester           | 1                       |                          |  |
| 1                   | <b>Modulstruktur:</b>                                                                                                                                                     |                 |                        |                          |                         |                          |  |
|                     | <b>Lehrveranstaltung</b>                                                                                                                                                  | <b>Lehrform</b> | <b>Kontaktzeit (h)</b> | <b>Selbststudium (h)</b> | <b>Status (P/WP)</b>    | <b>Gruppengröße (TN)</b> |  |
| a)                  | L.104.14275<br>Chinesisch 1                                                                                                                                               | V2<br>Ü1,<br>WS | 45                     | 75                       | P                       | 20                       |  |
| b)                  | L.104.14280<br>Chinesisch 2                                                                                                                                               | V2<br>Ü1,<br>WS | 45                     | 75                       | P                       | 20                       |  |
| 2                   | <b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b><br>keine                                                                                                                   |                 |                        |                          |                         |                          |  |
| 3                   | <b>Teilnahmevoraussetzungen:</b><br><i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Chinesisch 2:</i><br>Empfohlen: Chinesisch 1                                        |                 |                        |                          |                         |                          |  |
| 4                   | <b>Inhalte:</b><br>Begrüßung, Vorstellung, Familienverhältnisse, Uhrzeit, Verabredung verschiedene Situationen: auf der Straße, in der Bibliothek, in der Schule, im Café |                 |                        |                          |                         |                          |  |

|            | <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Chinesisch 1:</i><br/>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</p> <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Chinesisch 2:</i><br/>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</p> |                   |                              |    |              |                   |                              |            |         |             |      |
|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|------------------------------|----|--------------|-------------------|------------------------------|------------|---------|-------------|------|
| 5          | <p><b>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:</b></p> <p>Die Studierenden können,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• vertraute, alltägliche Ausdrücke und einfache Sätze verstehen und verwenden,</li> <li>• 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.</li> </ul>                                                                                                                      |                   |                              |    |              |                   |                              |            |         |             |      |
| 6          | <p><b>Prüfungsleistung:</b></p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP)      <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP)      <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>zu</th><th>Prüfungsform</th><th>Dauer bzw. Umfang</th><th>Gewichtung für die Modulnote</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a) -<br/>b)</td><td>Klausur</td><td>120 Minuten</td><td>100%</td></tr> </tbody> </table>                                                                                                                                                                          |                   |                              | zu | Prüfungsform | Dauer bzw. Umfang | Gewichtung für die Modulnote | a) -<br>b) | Klausur | 120 Minuten | 100% |
| zu         | Prüfungsform                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Dauer bzw. Umfang | Gewichtung für die Modulnote |    |              |                   |                              |            |         |             |      |
| a) -<br>b) | Klausur                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 120 Minuten       | 100%                         |    |              |                   |                              |            |         |             |      |
| 7          | <p><b>Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:</b></p> <p>keine / none</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                   |                              |    |              |                   |                              |            |         |             |      |
| 8          | <p><b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:</b></p> <p>keine / none</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                   |                              |    |              |                   |                              |            |         |             |      |
| 9          | <p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten:</b></p> <p>Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                   |                              |    |              |                   |                              |            |         |             |      |
| 10         | <p><b>Gewichtung für Gesamtnote:</b></p> <p>Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                   |                              |    |              |                   |                              |            |         |             |      |
| 11         | <p><b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:</b></p> <p>Masterstudiengang Maschinenbau</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                   |                              |    |              |                   |                              |            |         |             |      |
| 12         | <p><b>Modulbeauftragte/r:</b></p> <p>Dr.-Ing. Vera Denzer</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                   |                              |    |              |                   |                              |            |         |             |      |
| 13         | <p><b>Sonstige Hinweise:</b></p> <p>Chinesisch 1 findet im Rahmen einer Summerschool an der CDTF statt und Chinesisch 2 findet an der UPB statt.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                   |                              |    |              |                   |                              |            |         |             |      |

## 10 Chemieingenieurwesen in China (mb-cn)

*Hinweise der Lehrveranstaltung Chinesisch 1:*

Die Veranstaltung findet vor dem Wintersemester als SummerSchool in Qingdao, China statt.

| Interkulturelle Kompetenz |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                 |                        |                          |                         |                          |  |
|---------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|--|
| Intercultural competence  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                 |                        |                          |                         |                          |  |
| <b>Modulnummer:</b>       | <b>Workload (h):</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <b>LP:</b>      | <b>Studiensem.:</b>    | <b>Turnus:</b>           | <b>Dauer (in Sem.):</b> | <b>Sprache:</b>          |  |
| M.104.7774                | 180                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 6               | 1. Semester            | Wintersemester           | 1                       | de                       |  |
| 1                         | <b>Modulstruktur:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                 |                        |                          |                         |                          |  |
|                           | <b>Lehrveranstaltung</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | <b>Lehrform</b> | <b>Kontaktzeit (h)</b> | <b>Selbststudium (h)</b> | <b>Status (P/WP)</b>    | <b>Gruppengröße (TN)</b> |  |
| a)                        | L.104.14262<br>Verhaltensweisen in China                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | V2<br>Ü1,<br>WS | 45                     | 75                       | P                       | 20                       |  |
| b)                        | L.104.14265<br>Kultur in China                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | V1<br>Ü1,<br>WS | 20                     | 40                       | P                       | 20                       |  |
| 2                         | <b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b><br>keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                 |                        |                          |                         |                          |  |
| 3                         | <b>Teilnahmevoraussetzungen:</b><br>keine / none                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                 |                        |                          |                         |                          |  |
| 4                         | <b>Inhalte:</b><br>Alltag und Freizeit, Bildungssystem, Wirtschaft, Denkweise, chinesische Schriftzeichen, soziale Netzwerke, Qingdao, chinesische Geschichte<br>Kommunikation, Aktuelles und Fakten, Geschichte, das politische System, Leben und Arbeiten in China, Probleme, Territorialstreitigkeiten, Gesetze.<br><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Verhaltensweisen in China:</i><br>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 |                 |                        |                          |                         |                          |  |

|            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                          |                                     |    |                     |                          |                                     |            |         |            |      |    |         |            |    |
|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|----|---------------------|--------------------------|-------------------------------------|------------|---------|------------|------|----|---------|------------|----|
|            | <b>Inhalte der Lehrveranstaltung Kultur in China:</b><br><br>1. Lehr- und Lernkultur in China<br>2. Formen der Höflichkeit und Interkulturelles<br>3. Reiseland China - Touristische Höhepunkte<br>4. Does und Don'ts<br>5. Konfuzius und seine Lehrgedanken<br>6. Bildungssystem in China<br>7. Industrie und Technik in China<br>8. Chinesen denken anderes<br>9. Guanxi - soziale Netzwerke<br>10. Alltag und Freizeit in China<br>11. Die Geheimnisse der chinesischen Schriftzeichen<br>12. Die chinesische Küche |                          |                                     |    |                     |                          |                                     |            |         |            |      |    |         |            |    |
| 5          | <b>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:</b><br><br>Die Studierenden sind in der Lage, typische chinesische Verhaltensweisen, politische und gesellschaftliche Strukturen, die chinesische Geographie und die Klimaverhältnisse in China zu beschreiben.                                                                                                                                                                                                                                                   |                          |                                     |    |                     |                          |                                     |            |         |            |      |    |         |            |    |
| 6          | <b>Prüfungsleistung:</b><br><br><input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP) <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP) <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)<br><table><tr><td>zu</td><td><b>Prüfungsform</b></td><td><b>Dauer bzw. Umfang</b></td><td><b>Gewichtung für die Modulnote</b></td></tr><tr><td>a) -<br/>b)</td><td>Klausur</td><td>90 Minuten</td><td>100%</td></tr></table>                                                                                              |                          |                                     | zu | <b>Prüfungsform</b> | <b>Dauer bzw. Umfang</b> | <b>Gewichtung für die Modulnote</b> | a) -<br>b) | Klausur | 90 Minuten | 100% |    |         |            |    |
| zu         | <b>Prüfungsform</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <b>Dauer bzw. Umfang</b> | <b>Gewichtung für die Modulnote</b> |    |                     |                          |                                     |            |         |            |      |    |         |            |    |
| a) -<br>b) | Klausur                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 90 Minuten               | 100%                                |    |                     |                          |                                     |            |         |            |      |    |         |            |    |
| 7          | <b>Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:</b><br><table><tr><td>zu</td><td><b>Form</b></td><td><b>Dauer bzw. Umfang</b></td><td><b>SL / QT</b></td></tr><tr><td>a)</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>b)</td><td>Referat</td><td>20 Minuten</td><td>SL</td></tr></table>                                                                                                                                                                                                                                  |                          |                                     | zu | <b>Form</b>         | <b>Dauer bzw. Umfang</b> | <b>SL / QT</b>                      | a)         |         |            |      | b) | Referat | 20 Minuten | SL |
| zu         | <b>Form</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <b>Dauer bzw. Umfang</b> | <b>SL / QT</b>                      |    |                     |                          |                                     |            |         |            |      |    |         |            |    |
| a)         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                          |                                     |    |                     |                          |                                     |            |         |            |      |    |         |            |    |
| b)         | Referat                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 20 Minuten               | SL                                  |    |                     |                          |                                     |            |         |            |      |    |         |            |    |
| 8          | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:</b><br><br>Voraussetzung für die Teilnahme an der Modulabschlussprüfung ist das Bestehen der Studienleistung.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                          |                                     |    |                     |                          |                                     |            |         |            |      |    |         |            |    |
| 9          | <b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten:</b><br><br>Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                          |                                     |    |                     |                          |                                     |            |         |            |      |    |         |            |    |
| 10         | <b>Gewichtung für Gesamtnote:</b><br><br>Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                          |                                     |    |                     |                          |                                     |            |         |            |      |    |         |            |    |
| 11         | <b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:</b><br><br>Masterstudiengang Maschinenbau                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                          |                                     |    |                     |                          |                                     |            |         |            |      |    |         |            |    |

10 Chemieingenieurwesen in China (mb-cn)

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

| Fachkommunikation in China       |                                                                                                                                                                                                                                                            |                                       |                        |                          |                         |                          |  |
|----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|--|
| Technical communication in China |                                                                                                                                                                                                                                                            |                                       |                        |                          |                         |                          |  |
| <b>Modulnummer:</b>              | <b>Workload (h):</b>                                                                                                                                                                                                                                       | <b>LP:</b>                            | <b>Studiensem.:</b>    | <b>Turnus:</b>           | <b>Dauer (in Sem.):</b> | <b>Sprache:</b>          |  |
| M.104.7772                       | 240                                                                                                                                                                                                                                                        | 8                                     | 2.-3. Semester         | Sommer- / Wintersemester | 2                       | de                       |  |
| 1                                | <b>Modulstruktur:</b>                                                                                                                                                                                                                                      |                                       |                        |                          |                         |                          |  |
|                                  | <b>Lehrveranstaltung</b>                                                                                                                                                                                                                                   | <b>Lehrform</b>                       | <b>Kontaktzeit (h)</b> | <b>Selbststudium (h)</b> | <b>Status (P/WP)</b>    | <b>Gruppengröße (TN)</b> |  |
| a)                               | L.104.14287<br>Fachspezifisches Chinesisch                                                                                                                                                                                                                 | V2<br>Ü1, WS<br>sowie<br>V1<br>Ü1, SS | 75                     | 45                       | P                       | 20                       |  |
| b)                               | L.104.14875<br>Tutorium an der CDTF                                                                                                                                                                                                                        | T3, SS                                | 45                     | 75                       | P                       | 20                       |  |
| 2                                | <b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b>                                                                                                                                                                                                             |                                       |                        |                          |                         |                          |  |
|                                  | keine                                                                                                                                                                                                                                                      |                                       |                        |                          |                         |                          |  |
| 3                                | <b>Teilnahmevoraussetzungen:</b>                                                                                                                                                                                                                           |                                       |                        |                          |                         |                          |  |
|                                  | <i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Fachspezifisches Chinesisch:</i><br>Empfohlen: Chinesisch 1, Chinesisch 2                                                                                                                                |                                       |                        |                          |                         |                          |  |
|                                  | <i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Tutorium an der CDTF:</i><br>Empfohlen: Technische Darstellung, Maschinenelemente - Grundlagen / Verbindungen / Antriebskomponenten                                                                      |                                       |                        |                          |                         |                          |  |
| 4                                | <b>Inhalte:</b>                                                                                                                                                                                                                                            |                                       |                        |                          |                         |                          |  |
|                                  | <i>Inhalte der Lehrveranstaltung Fachspezifisches Chinesisch:</i><br>Verstehen von Begriffen und Zusammenhängen durch Hören und Lesen sowie das Vermitteln von Begriffen und Zusammenhängen durch Sprechen und Schreiben:                                  |                                       |                        |                          |                         |                          |  |
|                                  | <ul style="list-style-type: none"><li>• mathematische, naturwissenschaftliche und für den Maschinenbau relevante Fachbegriffe,</li><li>• einfachen Sätzen zur Beschreibung physikalischer Zusammenhänge, Vorbereitung für die HSK-Sprachprüfung.</li></ul> |                                       |                        |                          |                         |                          |  |

|    | <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Tutorium an der CDTF:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau didaktischer Kompetenzen durch Vorbereitungskurs in Paderborn.</li> <li>• Planung und Durchführung von Tutorien im Maschinenbau; Methoden- und Medieneinsatz; Feedback der TN</li> <li>• Umgang mit Störungen/Motivationsmängeln der Lerner; Studienberater für das Folgestudium in Deutschland.</li> <li>• Regelmäßiger Informationsaustausch zur Interkulturalität zwischen Europa und Asien.</li> <li>• Übungsaufgaben erstellen, ausgeben, korrigieren, besprechen.</li> <li>• Reflexion der eigenen Erfahrungen mit kollegialer Beratung und Erfahrungsaustausch mit anderen Tutoren</li> <li>• Schriftliche Dokumentation der eigenen Erfahrungen.</li> <li>• 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.</li> <li>• Regelmäßiger Informationsaustausch zur Interkulturalität zwischen Europa und Asien.</li> </ul>                                                                                                   |                   |                              |    |              |                   |                              |    |         |            |      |    |                   |               |      |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|------------------------------|----|--------------|-------------------|------------------------------|----|---------|------------|------|----|-------------------|---------------|------|
| 5  | <p><b>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:</b></p> <p>Die Studierenden sind in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ein Tutorium für chinesische Studierende mit deutschen Sprachkenntnissen in Absprache mit einem Hochschullehrer und einem Team effizient und zielgerichtet zu organisieren,</li> <li>• Lehr-/Lernprozesse in Grundzügen gezielt anzuleiten und zu moderieren,</li> <li>• didaktische Kompetenzen im direkten Umgang mit ausländischen Studierenden zu entwickeln,</li> <li>• die chinesischen Studierenden bei der Anwendung von Vorlesungsinhalten einer Fachvorlesung (beispielsweise „Maschinenelemente“) anzuleiten und dabei eigene Chinesisch-Kenntnisse anzuwenden,</li> <li>• Präsentations-, Moderations-, Leitungs-/Führungs- und Teamfähigkeit sowie Fähigkeiten im Zeit- und Projektmanagement zu erwerben,</li> <li>• sich aktiv auf ein im Vergleich zum eigenen Lernverhalten anderen Lernverhalten chinesischer Studierender einzustellen.</li> <li>• kulturelle Differenzen zwischen China und Deutschland insbesondere im tertiären Bildungssystem zu beschreiben,</li> <li>• einfache technische Systeme mit grundlegenden technischen Begriffen in chinesischer Sprache zu beschreiben. die Niveaustufe 2 der chinesischen Sprachprüfung (HSK 2) zu erreichen.</li> </ul> |                   |                              |    |              |                   |                              |    |         |            |      |    |                   |               |      |
| 6  | <p><b>Prüfungsleistung:</b></p> <p> <input type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP)         <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP)         <input checked="" type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)       </p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>zu</th><th>Prüfungsform</th><th>Dauer bzw. Umfang</th><th>Gewichtung für die Modulnote</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a)</td><td>Klausur</td><td>60 Minuten</td><td>50 %</td></tr> <tr> <td>b)</td><td>mündliche Prüfung</td><td>30-45 Minuten</td><td>50 %</td></tr> </tbody> </table>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                   |                              | zu | Prüfungsform | Dauer bzw. Umfang | Gewichtung für die Modulnote | a) | Klausur | 60 Minuten | 50 % | b) | mündliche Prüfung | 30-45 Minuten | 50 % |
| zu | Prüfungsform                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Dauer bzw. Umfang | Gewichtung für die Modulnote |    |              |                   |                              |    |         |            |      |    |                   |               |      |
| a) | Klausur                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 60 Minuten        | 50 %                         |    |              |                   |                              |    |         |            |      |    |                   |               |      |
| b) | mündliche Prüfung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 30-45 Minuten     | 50 %                         |    |              |                   |                              |    |         |            |      |    |                   |               |      |

|    |                                                                                                                                                                                                                      |             |                          |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|--------------------------|
| 7  | <b>Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:</b>                                                                                                                                                                    |             |                          |
|    | zu                                                                                                                                                                                                                   | <b>Form</b> | <b>Dauer bzw. Umfang</b> |
|    | a)                                                                                                                                                                                                                   |             |                          |
|    | b)                                                                                                                                                                                                                   | Klausur     | 60 - 90 Minuten          |
| 8  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:</b><br>Voraussetzung für die Teilnahme an der Modulteilprüfung Tutorium an der CDTF (b)) ist das Bestehen der Studienleistung.                                    |             |                          |
| 9  | <b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten:</b><br>Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulteilprüfungen bestanden sind.                                                                 |             |                          |
| 10 | <b>Gewichtung für Gesamtnote:</b><br>Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).                                                                                                     |             |                          |
| 11 | <b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:</b><br>Masterstudiengang Maschinenbau, Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau                                                   |             |                          |
| 12 | <b>Modulbeauftragte/r:</b><br>Dr.-Ing. Vera Denzer                                                                                                                                                                   |             |                          |
| 13 | <b>Sonstige Hinweise:</b><br><i>Hinweise der Lehrveranstaltung Tutorium an der CDTF:</i><br>Die Veranstaltung findet an der CDTF in Qingdao statt. Die Vorbereitungen finden ein Semester vorher in Paderborn statt. |             |                          |

# 11 Englischsprachiges Lehrangebot:

## 11.1 Englischsprachige Module

|                                                                              |    |
|------------------------------------------------------------------------------|----|
| • M.104.7329 Chemical engineering processes .....                            | 57 |
| • M.104.7322 Particle technology .....                                       | 24 |
| • M.104.7332 Applied fluid dynamics .....                                    | 35 |
| • M.104.7306 Calculation methods and their applications .....                | 42 |
| • M.104.7337 Interface Chemistry .....                                       | 44 |
| • M.104.7341 Sustainable Polymer Chemistry .....                             | 49 |
| • M.104.7238 Polymeric and metallic materials for vehicle construction ..... | 54 |
| • M.104.7234 Mechanics of materials .....                                    | 64 |
| • M.104.7311 Fatigue strength .....                                          | 90 |
| • M.104.7224 Manufacturing equipment .....                                   | 97 |

## 11.2 Englischsprachige Lehrveranstaltungen

|                                                                                                         |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| • L.104.32255 Process modelling and simulation (Modul: M.104.7329 Chemical engineering processes) ..... | 57  |
| • L.104.32231 Particle Synthesis (Modul: M.104.7322 Particle technology) .....                          | 24  |
| • L.104.32531 Particle Synthesis Practical Course (Modul: M.104.7322 Particle technology) ..            | 24  |
| • L.104.31240 CFD-Methods in Process Engineering (Modul: M.104.7332 Applied fluid dynamics)             | 35  |
| • L.032.21202 Nachhaltige Polymersynthese (Modul: M.104.7341 Sustainable Polymer Chemistry)             | 49  |
| • L.032.21201 Supramolekulare Chemie (Modul: M.104.7341 Sustainable Polymer Chemistry)                  | 49  |
| • L.104.22260 Simulation of materials (Modul: M.104.7234 Mechanics of materials) .....                  | 64  |
| • L.032. Bioinspired materials (Modul: M.104.7712 ) .....                                               | 80  |
| • L.104.13220 Fatigue Cracks (Modul: M.104.7311 Fatigue strength) .....                                 | 90  |
| • L.104.24270 Tooling technology (Modul: M.104.7224 Manufacturing equipment) .....                      | 97  |
| • L.104.61240 Circular Economy (Modul: M.104.7792 Current topics in Mechanical Engineering)             | 126 |

Erzeugt am 2. Juli 2026 um 12:00.