

# UNIVERSITÄT PADERBORN

---

FAKULTÄT FÜR MASCHINENBAU

MODULHANDBUCH FÜR DEN MASTERSTUDIENGANG  
MASCHINENBAU

STAND: 24. JANUAR 2024

## Präambel zum Modulhandbuch des Masterstudiengangs Maschinenbau

### Studienaufbau für den Masterstudiengang *Maschinenbau*

|                 |   |                                |  |  |                                    |                                  |                        |
|-----------------|---|--------------------------------|--|--|------------------------------------|----------------------------------|------------------------|
| <b>Semester</b> | 4 | Masterarbeit 25 LP             |  |  |                                    |                                  |                        |
|                 | 3 | 3<br>Basis-<br>module<br>24 LP | 2 Vertiefungsrich-<br>tungsabhängige<br>Wahlpflichtmodule<br>16 LP | 3 Technische<br>Wahlpflichtmodule<br>24 LP | 1 Nicht<br>techn.<br>Modul<br>6 LP | Industrie-<br>praktikum<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.

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

**Wenn nicht die Vertiefungsrichtung Ingenieurinformatik gewählt wird:**

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

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

Außerdem sind zwei vertiefungsrichtungsabhängige Wahlpflichtmodule á 8 LP zu wählen:

| <b>Vertiefungsrichtung</b>     | <b>Module</b>  |
|--------------------------------|--|
| Energie- und Verfahrenstechnik | Nanotechnologie  |
|                                | Partikeltechnik  |
|                                | Additive Fertigung   |
|                                | Prozessintensivierung und -simulation  |
|                                | Angewandte Strömungsmechanik   |
|                                | Angewandte Mathematik in der Verfahrenstechnik                               |
|                                | Kälte- und Wärmepumpentechnik  |
|                                | Chemische und biologische Verfahrenstechnik                                  |
| Fahrzeugtechnik                | Ermüdungsfestigkeit  |
|                                | Entwicklung lichttechnischer Systeme   |
|                                | Entwicklung eines elektrisch betriebenen und autonom fahrenden Rennfahrzeugs |
|                                | Numerische Verfahren in der Produktentwicklung                               |
|                                | Moderne Methoden der Regelungstechnik 1                                      |
|                                | Fahrzeugaerodynamik und Fahrzeugakustik                                      |
|                                | Leichtbau durch Fertigungstechnik  |
|                                | Produkt- und Prozessgestaltung   |
|                                | Digitale und virtuelle Produktentstehung                                     |
|                                | Schadensanalyse  |
|                                | Polymere und metallische Werkstoffe für den Fahrzeugbau                      |
| Fertigungstechnik              | Angewandtes Produktionsmanagement  |
|                                | Strukturberechnung   |
|                                | Fertigungsprozesse im Leichtbau  |
|                                | Additive Fertigung   |
|                                | Beschichtungstechnik und Korrosionsschutz                                    |
|                                | Digitale und virtuelle Produktentstehung                                     |
| Kunststofftechnik              | Spezialanwendungen der Kunststofftechnik                                     |
|                                | Berechnungsmethoden und ihre Anwendung                                       |
|                                | Polymere und metallische Werkstoffe für den Fahrzeugbau                      |
|                                | Leichtbau durch Fertigungstechnik  |
|                                | Werkstoffmechanik  |
|                                | FEM und Numerik  |
|                                | Nachhaltigkeit und Innovation in der Kunststoffverarbeitung                  |
| Leichtbau mit Hybridsystemen   | Fügeverfahren für Leichtbaustrukturen  |
|                                | Beschichtungstechnik und Korrosionsschutz                                    |
|                                | Mehrkomponentige Kunststoffbauteile  |
|                                | Fachlabore: Leichtbau und Werkstoffkunde                                     |
|                                | Additive Fertigung   |
|                                | Schadensanalyse  |
|                                | Nanostrukturphysik   |
|                                | Chemie der Beschichtungswerkstoffe   |
| Mechatronik                    | Automobiltechnik und Fahrzeugdynamik   |
|                                | Systemzuverlässigkeit  |
|                                | Mechatronik-Fertigung und Projektabwicklung                                  |
|                                | Fahrzeugsysteme  |
|                                | Moderne Methoden der Regelungstechnik 2                                      |

|  |   |
|--|---|
|  | Anwendungsfelder der Regelungs- und Automatisierungstechnik |
|  | Digitale und Virtuelle Produktentstehung                    |
|  | Antriebstechnik   |
|  | Piezoelektrische Systeme, Schwingungsmessung und -analyse   |
| Produktentwicklung                     | Toleranzmanagement  |
|  | Additive Fertigung  |
|  | Methoden und Werkzeuge in der Produktentwicklung            |
|  | Digitale und virtuelle Produktentstehung                    |
|  | Produkt- und Prozessgestaltung                              |
|  | Systemzuverlässigkeit                                       |
|  | Ermüdungsfestigkeit   |
|  | Angewandte Strömungsmechanik                                |
|  | Mehrkomponentige Kunststoffbauteile – Herstellen und Fügen  |
| Werkstoffeigenschaften und -simulation | Höhere Mechanik   |
|  | Ermüdungsfestigkeit   |
|  | Werkstoffentwicklung  |
|  | Beschichtungstechnik und Korrosionsschutz                   |
|  | Polymere und metallische Werkstoffe für den Fahrzeugbau     |
|  | Fachlabore: Leichtbau und Werkstoffkunde                    |

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

| <b>Technische Wahlpflichtmodule</b>                 |
|---|
| Biomechanik   |
| Energietechnik und Numerik                          |
| Informationsmanagement für Public Safety & Security |
| Modellierung von Energiesystemen                    |
| Nachhaltige Energiesysteme                          |
| Projektlabor Digitale Fabrik                        |
| Science, Technology and Society                     |
| Aktuelle Themen des Maschinenbaus                   |
| Freies Technisches Wahlpflichtmodul                 |

**Studienaufbau für die Vertiefungsrichtung Ingenieurinformatik:**

|                 |          |  |  |  |   |   |                                |
|-----------------|----------|--|--|--|---|---|--------------------------------|
| <b>Semester</b> | <b>4</b> | <b>Masterarbeit 25 LP</b>                  |  |  |   |   |                                |
|                 | <b>3</b> | <b>2<br/>Pflicht-<br/>module<br/>14 LP</b> | <b>4<br/>Basis-<br/>module<br/>24 LP</b> | <b>2 Vertiefungsrich-<br/>tungsabhängige<br/>Wahlpflichtmodule<br/>16 LP</b> | <b>2 Technische<br/>Wahlpflicht-<br/>module 16 LP</b> | <b>Industrie-<br/>praktikum<br/>10 LP</b> | <b>Studienarbeit<br/>15 LP</b> |
|                 | <b>2</b> |  |  |  |   |   |                                |
|                 | <b>1</b> |  |  |  |   |   |                                |

Liste der Vertiefungsrichtungsabhängigen Wahlpflichtmodule:

| <b>Vertiefungsrichtungsabhängige Wahlpflichtmodule Ingenieurinformatik</b> |
|--|
| Werkstoffmechanik  |
| Bauteilgestaltung und -berechnung  |
| Numerische Verfahren in der Produktentwicklung                             |
| Automobiltechnik und Fahrzeugdynamik                                       |
| Prozessintensivierung und -simulation                                      |
| Angewandte Mathematik in der Verfahrenstechnik                             |
| Standardsoftware und Anwendungsprogrammierung im Maschinenbau              |
| Angewandtes Produktionsmanagement  |
| Digitale und virtuelle Produktentstehung                                   |
| Werkzeugauslegung in der Kunststoffverarbeitung                            |
| Regelungstechnik, Modellbildung und Simulation                             |
| Automatisierungstechnik und Digitale Regelungen                            |
| Moderne Methoden der Regelungstechnik 1                                    |

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

# Inhaltsverzeichnis

|          |   |          |
|----------|---|----------|
| <b>1</b> | <b>Abkürzungsverzeichnis</b>  | <b>5</b> |
| <b>2</b> | <b>Basismodule</b>  | <b>6</b> |
| 2.1      | Vertiefungsrichtung Energie- und Verfahrenstechnik                      | 6        |
| 2.1.1    | Verfahrenstechnische Unit Operations                                    | 6        |
| 2.1.2    | Mehrphasenprozesstechnik  | 9        |
| 2.1.3    | Grundlagen der Energie- und Stoffwandlung                               | 12       |
| 2.2      | Vertiefungsrichtung Kunststofftechnik                                   | 15       |
| 2.2.1    | Kunststofftechnologie   | 15       |
| 2.2.2    | Mehrkomponentige Kunststoffbauteile – Herstellen und Fügen              | 18       |
| 2.2.3    | Werkzeugauslegung in der Kunststoffverarbeitung                         | 21       |
| 2.3      | Vertiefungsrichtung Mechatronik   | 24       |
| 2.3.1    | Moderne Methoden der Regelungstechnik 1                                 | 24       |
| 2.3.2    | Dynamik technischer Systeme   | 27       |
| 2.3.3    | Produkt- und Prozessgestaltung  | 30       |
| 2.4      | Vertiefungsrichtung Produktentwicklung                                  | 34       |
| 2.4.1    | Antriebstechnik   | 34       |
| 2.4.2    | Numerische Verfahren in der Produktentwicklung                          | 38       |
| 2.4.3    | Produktentstehung   | 41       |
| 2.5      | Vertiefungsrichtung Fertigungstechnik                                   | 45       |
| 2.5.1    | Fertigungseinrichtungen   | 45       |
| 2.5.2    | Fügeverfahren für Leichtbaustrukturen                                   | 48       |
| 2.5.3    | Prozessketten in der Fertigungstechnik                                  | 51       |
| 2.6      | Vertiefungsrichtung Werkstoffeigenschaften und -simulation              | 54       |
| 2.6.1    | Schadensanalyse   | 54       |
| 2.6.2    | Strukturberechnung  | 57       |
| 2.6.3    | Werkstoffmechanik   | 59       |
| 2.7      | Vertiefungsrichtung Leichtbau mit Hybridsystemen                        | 62       |
| 2.7.1    | Leichtbau durch Fertigungstechnik                                       | 62       |
| 2.7.2    | Polymere und metallische Werkstoffe für den Fahrzeugbau                 | 65       |
| 2.7.3    | Strukturberechnung  | 67       |
| 2.8      | Vertiefungsrichtung Fahrzeugtechnik                                     | 69       |
| 2.8.1    | Fahrzeugstruktur  | 69       |
| 2.8.2    | Automobiltechnik und Fahrzeugdynamik                                    | 72       |
| 2.8.3    | Fahrzeugsysteme   | 75       |
| 2.9      | Vertiefungsrichtung Ingenieurinformatik                                 | 79       |
| 2.9.1    | Vertiefungsrichtungsabhängiges Pflichtmodul FEM und Numerik             | 79       |
| 2.9.2    | Vertiefungsrichtungsabhängiges Pflichtmodul Stochastik für Informatiker | 82       |
| 2.9.3    | Basismodul Rechnernetze   | 85       |

## Inhaltsverzeichnis

|          |  |            |
|----------|--|------------|
| 2.9.4    | Basismodul Verteilte Systeme . . . . .   | 87         |
| 2.9.5    | Basismodul Computer Graphics Rendering . . . . .                                       | 89         |
| 2.9.6    | Basismodul Grundlagen intelligenter Systeme . . . . .                                  | 91         |
| <b>3</b> | <b>Vertiefungsrichtungsabhängige Wahlpflichtmodule</b>                                 | <b>93</b>  |
| 3.1      | Additive Fertigung . . . . .   | 93         |
| 3.2      | Angewandte Mathematik in der Verfahrenstechnik . . . . .                               | 96         |
| 3.3      | Angewandtes Produktionsmanagement . . . . .  | 99         |
| 3.4      | Angewandte Strömungsmechanik . . . . .   | 102        |
| 3.5      | Anwendungsfelder der Regelungs- und Automatisierungstechnik . . . . .                  | 106        |
| 3.6      | Automatisierungstechnik und Digitale Regelungen . . . . .                              | 109        |
| 3.7      | Bauteilgestaltung und –berechnung . . . . .  | 112        |
| 3.8      | Berechnungsmethoden und ihre Anwendung . . . . .                                       | 115        |
| 3.9      | Beschichtungstechnik und Korrosionsschutz . . . . .                                    | 117        |
| 3.10     | Chemie der Beschichtungswerkstoffe . . . . .   | 120        |
| 3.11     | Chemische und biologische Verfahrenstechnik . . . . .                                  | 122        |
| 3.12     | Digitale und Virtuelle Produktentstehung . . . . .                                     | 125        |
| 3.13     | Entwicklung eines elektrisch betriebenen und autonom fahrenden Rennfahrzeugs . . . . . | 131        |
| 3.14     | Entwicklung lichttechnischer Systeme . . . . .   | 134        |
| 3.15     | Ermüdungsfestigkeit . . . . .  | 138        |
| 3.16     | Fachlabore: Leichtbau und Werkstoffkunde . . . . .                                     | 145        |
| 3.17     | Fahrzeugaerodynamik und Fahrzeugakustik . . . . .                                      | 148        |
| 3.18     | FEM und Numerik . . . . .  | 151        |
| 3.19     | Fertigungsprozesse im Leichtbau . . . . .  | 154        |
| 3.20     | Höhere Mechanik . . . . .  | 157        |
| 3.21     | Kälte- und Wärmepumpentechnik . . . . .  | 159        |
| 3.22     | Mechatronik-Fertigung und Projektabwicklung . . . . .                                  | 161        |
| 3.23     | Methoden und Werkzeuge in der Produktentwicklung . . . . .                             | 164        |
| 3.24     | Moderne Methoden der Regelungstechnik 2 . . . . .                                      | 167        |
| 3.25     | Nachhaltigkeit und Innovation in der Kunststoffverarbeitung . . . . .                  | 170        |
| 3.26     | Nanostrukturphysik . . . . .   | 173        |
| 3.27     | Nanotechnologie . . . . .  | 177        |
| 3.28     | Partikeltechnik . . . . .  | 180        |
| 3.29     | Piezoelektrische Systeme, Schwingungsmessung und -analyse . . . . .                    | 184        |
| 3.30     | Polymere und metallische Werkstoffe für den Fahrzeugbau . . . . .                      | 188        |
| 3.31     | Prozessintensivierung und -simulation . . . . .  | 191        |
| 3.32     | Regelungstechnik, Modellbildung und Simulation . . . . .                               | 195        |
| 3.33     | Spezialanwendungen der Kunststofftechnik . . . . .                                     | 198        |
| 3.34     | Standardsoftware und Anwendungsprogrammierung im Maschinenbau . . . . .                | 201        |
| 3.35     | Systemzuverlässigkeit . . . . .  | 204        |
| 3.36     | Toleranzmanagement . . . . .   | 207        |
| 3.37     | Werkstoffentwicklung . . . . .   | 211        |
| <b>4</b> | <b>Technische Wahlpflichtmodule</b>  | <b>213</b> |
| 4.1      | Biomechanik . . . . .  | 213        |
| 4.2      | Energietechnik und Numerik . . . . .   | 216        |
| 4.3      | Informationsmanagement für Public Safety and Security . . . . .                        | 219        |
| 4.4      | Modellierung von Energiesystemen . . . . .   | 222        |

## *Inhaltsverzeichnis*

|  |            |
|--|------------|
| 4.5 Nachhaltige Energiesysteme . . . . .             | 225        |
| 4.6 Projektlabor Digitale Fabrik . . . . .           | 229        |
| 4.7 Science, Technology and Society . . . . .        | 232        |
| 4.8 Aktuelle Themen des Maschinenbaus . . . . .      | 235        |
| 4.9 Freies Technisches Wahlpflichtmodul . . . . .    | 252        |
| <b>5 Nicht technisches Modul</b>                     | <b>254</b> |
| <b>6 Industriepraktikum</b>                          | <b>260</b> |
| <b>7 Studienarbeit</b>                               | <b>262</b> |
| <b>8 Abschlussmodul</b>                              | <b>264</b> |
| <b>9 Maschinenbau in China (mb-cn)</b>               | <b>266</b> |
| <b>10 Englischsprachiges Lehrangebot:</b>            | <b>275</b> |
| 10.1 Englischsprachige Module . . . . .              | 275        |
| 10.2 Englischsprachige Lehrveranstaltungen . . . . . | 275        |

# 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 Basismodule

### 2.1 Vertiefungsrichtung Energie- und Verfahrenstechnik

#### 2.1.1 Verfahrenstechnische Unit Operations

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

## 2 Basismodule

|   |   |
|---|---|
| 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 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%                                |
| <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 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, Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau |  |                                     |
| 12   | <b>Modulbeauftragte/r:</b><br>Prof. Dr.-Ing. Julia Riese   |  |                                     |
| 13   | <b>Sonstige Hinweise:</b>  |  |                                     |

## 2.1.2 Mehrphasenprozesstechnik

| <b>Mehrphasenprozesstechnik</b> |   |                 |                        |                          |                         |                          |  |
|---------------------------------|---|-----------------|------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|--|
| 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><br>keine   |                 |                        |                          |                         |                          |  |
| 3                               | <b>Teilnahmevoraussetzungen:</b><br>Empfohlen: Thermische Verfahrenstechnik 1: Grundlagen, Mechanische Verfahrenstechnik I: Grundlagen, Fluidodynamik, Wärmeübertragung<br><i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Prozessdesign:</i><br>Empfohlen: Thermische Verfahrenstechnik 1, Thermische Verfahrenstechnik 2, Wärmeübertragung, Stoffübertragung, Reaktionstechnik  |                 |                        |                          |                         |                          |  |
| 4                               | <b>Inhalte:</b><br><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Prozessdesign:</i><br><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> |                 |                        |                          |                         |                          |  |

## 2 Basismodule

|            |                                | <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          |                                | <p><b>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:</b></p> <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          |                                | <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" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 10px;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">zu</th> <th style="width: 50%;">Prüfungsform</th> <th style="width: 20%;">Dauer bzw. Umfang</th> <th style="width: 20%;">Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">a) -<br/>b)</td> <td>Klausur oder mündliche Prüfung</td> <td style="text-align: center;">180 - 240 Minuten oder 45 - 60 Minuten</td> <td style="text-align: center;">100%</td> </tr> </tbody> </table> <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% |
| zu         | Prüfungsform                   | Dauer bzw. Umfang  | Gewichtung für die Modulnote |              |                   |                              |            |                                |  |      |
| a) -<br>b) | Klausur oder mündliche Prüfung | 180 - 240 Minuten oder 45 - 60 Minuten   | 100%                         |              |                   |                              |            |                                |  |      |

## 2 Basismodule

|    |  |
|----|--|
| 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. Hans-Joachim Schmid, Prof. Dr.-Ing. Julia Riese  |
| 13 | <b>Sonstige Hinweise:</b>  |

## 2.1.3 Grundlagen der Energie- und Stoffwandlung

| Grundlagen der Energie- und Stoffwandlung |  |                 |                 |                   |                  |                   |
|---|--|-----------------|-----------------|-------------------|------------------|-------------------|
| Fundamentals of energy mass transition    |  |                 |                 |                   |                  |                   |
| Modulnummer:                              | Workload (h):  | LP:             | Studiensem.:    | Turnus:           | Dauer (in Sem.): | Sprache:          |
| M.104.7204                                | 240  | 8               | 1./3. Semester  | Sommersemester    | 1                | de                |
| 1   | <b>Modulstruktur:</b>  |                 |                 |                   |                  |                   |
|   | 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.032.82032<br>Chemische Verfahrenstechnik   | V2<br>Ü1,<br>SS | 45              | 75                | P                | 20-40             |
| 2   | <b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b><br>keine  |                 |                 |                   |                  |                   |
| 3   | <b>Teilnahmevoraussetzungen:</b><br>Empfohlen: Thermodynamik 1, Grundlagen der Verfahrenstechnik, Fluidmechanik<br><i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Kraft- und Arbeitsmaschinen:</i><br>Thermodynamik 1 |                 |                 |                   |                  |                   |

|   |  |
|---|--|
| 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 Chemische Verfahrenstechnik:</i></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Ziele/Aufgaben der Technischen Chemie, Grundbegriffe, Bilanzgrößen, Bilanzraum</li><li>• Mikrokinetik in homogener Phase (einfache und zusammengesetzte Reaktionen)</li><li>• Transportprozesse (Diffusion, Konvektion), Transportgleichungen</li><li>• Mischen und Rühren</li><li>• Dimensionsanalyse</li><li>• Wärmeübertragung</li><li>• Modelle idealer Reaktoren</li><li>• Reaktionsführung</li><li>• Chemische Prozesskunde (Darstellung ausgewählter großtechnischer chemischer Produktionsprozesse)</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 können die Prinzipien zur Charakterisierung und Auslegung chemischer Reaktoren, sowie das Zusammenspiel von Mikro- und Makrokinetik und der Katalyse beschreiben. Weiterhin sind die Studierenden in der Lage, den Zusammenhang von Reaktionskinetik und Wärme- und Stoffübergang, sowie Mikro- und Makrokinetik in realen Anwendungen zu analysieren und abzuschätzen. Die Studierenden haben die Fähigkeit zur sprachlich und logisch korrekten Argumentation und zur Kommunikation wissenschaftlicher Sachverhalte, indem sie die Lösung von Übungsaufgaben ausarbeiten und mündlich, z. B. an der Tafel, präsentieren.</p>                 |

## 2 Basismodule

| 6  | <p><b>Prüfungsleistung:</b><br/> <input type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP)      <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP)      <input checked="" type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%; text-align: center;">zu</th> <th style="width: 50%; text-align: center;">Prüfungsform</th> <th style="width: 20%; text-align: center;">Dauer bzw. Umfang</th> <th style="width: 20%; text-align: center;">Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">a)</td> <td>Klausur oder mündliche Prüfung</td> <td style="text-align: center;">90 - 120 Minuten oder 30 - 45 Minuten</td> <td style="text-align: center;">50 %</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">b)</td> <td>Klausur oder mündliche Prüfung</td> <td style="text-align: center;">90 - 120 Minuten oder 30 - 45 Minuten</td> <td style="text-align: center;">50 %</td> </tr> </tbody> </table> <p>In der Prüfung sollen die Studierenden verschiedene Energieumwandlungsprozesse analysieren und mit angemessenen Methoden berechnen.</p> | zu                                    | Prüfungsform                 | Dauer bzw. Umfang | Gewichtung für die Modulnote | a) | Klausur oder mündliche Prüfung | 90 - 120 Minuten oder 30 - 45 Minuten | 50 % | b) | Klausur oder mündliche Prüfung | 90 - 120 Minuten oder 30 - 45 Minuten | 50 % |
|----|--|---------------------------------------|------------------------------|-------------------|------------------------------|----|--------------------------------|---------------------------------------|------|----|--------------------------------|---------------------------------------|------|
| zu | Prüfungsform   | Dauer bzw. Umfang                     | Gewichtung für die Modulnote |                   |                              |    |                                |                                       |      |    |                                |                                       |      |
| a) | Klausur oder mündliche Prüfung   | 90 - 120 Minuten oder 30 - 45 Minuten | 50 %                         |                   |                              |    |                                |                                       |      |    |                                |                                       |      |
| b) | Klausur oder mündliche Prüfung   | 90 - 120 Minuten oder 30 - 45 Minuten | 50 %                         |                   |                              |    |                                |                                       |      |    |                                |                                       |      |
| 7  | <p><b>Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:</b><br/>keine / none</p>  |                                       |                              |                   |                              |    |                                |                                       |      |    |                                |                                       |      |
| 8  | <p><b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:</b><br/>keine / none</p>   |                                       |                              |                   |                              |    |                                |                                       |      |    |                                |                                       |      |
| 9  | <p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten:</b><br/>Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulteilprüfungen bestanden sind.</p>   |                                       |                              |                   |                              |    |                                |                                       |      |    |                                |                                       |      |
| 10 | <p><b>Gewichtung für Gesamtnote:</b><br/>Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).</p>   |                                       |                              |                   |                              |    |                                |                                       |      |    |                                |                                       |      |
| 11 | <p><b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:</b><br/>keine</p>  |                                       |                              |                   |                              |    |                                |                                       |      |    |                                |                                       |      |
| 12 | <p><b>Modulbeauftragte/r:</b><br/>Prof. Dr. Tina Kasper</p>  |                                       |                              |                   |                              |    |                                |                                       |      |    |                                |                                       |      |
| 13 | <p><b>Sonstige Hinweise:</b></p>   |                                       |                              |                   |                              |    |                                |                                       |      |    |                                |                                       |      |

## 2.2 Vertiefungsrichtung Kunststofftechnik

### 2.2.1 Kunststofftechnologie

| Kunststofftechnologie |   |                 |                 |                   |                  |                   |  |
|-----------------------|---|-----------------|-----------------|-------------------|------------------|-------------------|--|
| Plastic technology    |   |                 |                 |                   |                  |                   |  |
| Modulnummer:          | Workload (h):   | LP:             | Studiensem.:    | Turnus:           | Dauer (in Sem.): | Sprache:          |  |
| M.104.7206            | 240   | 8               | 1.-3. Semester  | Wintersemester    | 1                | de                |  |
| 1                     | <b>Modulstruktur:</b>   |                 |                 |                   |                  |                   |  |
|                       | 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>WS | 45              | 75                | P                | 40-60             |  |
| 2                     | <b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b><br>keine   |                 |                 |                   |                  |                   |  |
| 3                     | <b>Teilnahmevoraussetzungen:</b><br>Empfohlen: Grundlagen der Verfahrenstechnik und der Kunststoffverarbeitung, Fluidmechanik   |                 |                 |                   |                  |                   |  |
| 4                     | <b>Inhalte:</b><br><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Kunststofftechnologie 1:</i> <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> |                 |                 |                   |                  |                   |  |

## 2 Basismodule

|            | <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Kunststofftechnologie 2:</i></p> <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          | <p><b>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:</b></p> <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 strukturviskoses Materialverhalten mathematisch abzubilden sowie physikalische Strömungsgesetze zu interpretieren und anzuwenden. Des Weiteren erlernen die Studierenden, Kunststoffverarbeitungsverfahren miteinander zu vergleichen und für gegebene Anwendungen geeignete Verfahren auszuwählen. Ziel ist es, den Studierenden die mathematisch-physikalische Beschreibung von Urformprozessen zu vermitteln. Damit soll das grundlegende Prozessverständnis und die mathematisch-physikalische Denkweise geschult werden.</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" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">zu</th> <th style="width: 50%;">Prüfungsform</th> <th style="width: 20%;">Dauer bzw. Umfang</th> <th style="width: 20%;">Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a) -<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 Chemieingenieurwesen, Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau</p>   |  |                              |    |              |                   |                              |            |                                |  |      |
| 12         | <p><b>Modulbeauftragte/r:</b></p> <p>Prof. Dr.-Ing. Elmar Moritzer</p>  |  |                              |    |              |                   |                              |            |                                |  |      |

*2 Basismodule*

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

## 2.2.2 Mehrkomponentige Kunststoffbauteile – Herstellen und Fügen

| Mehrkomponentige Kunststoffbauteile – Herstellen und Fügen |  |                 |                 |                   |                  |                   |
|--|--|-----------------|-----------------|-------------------|------------------|-------------------|
| Multi component parts - manufacturing and joining          |  |                 |                 |                   |                  |                   |
| Modulnummer:   | Workload (h):  | LP:             | Studiensem.:    | Turnus:           | Dauer (in Sem.): | Sprache:          |
| M.104.7208   | 240  | 8               | 1.-3. Semester  | Wintersemester    | 1                | de                |
| 1  | <b>Modulstruktur:</b>  |                 |                 |                   |                  |                   |
|  | Lehrveranstaltung  | Lehrform        | Kontaktzeit (h) | Selbststudium (h) | Status (P/WP)    | Gruppengröße (TN) |
| 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><br>keine  |                 |                 |                   |                  |                   |
| 3  | <b>Teilnahmevoraussetzungen:</b><br>Empfohlen: Grundlagen der Verfahrenstechnik und der Kunststoffverarbeitung, Standardverfahren Spritzgießen, Standardverfahren Extrusion  |                 |                 |                   |                  |                   |
| 4  | <b>Inhalte:</b><br><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Fügen von Kunststoffen:</i> <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> |                 |                 |                   |                  |                   |

## 2 Basismodule

|            | <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Mehrkomponententechnik:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verträglichkeit unterschiedlicher Werkstoffe</li> <li>• Produkteigenschaften</li> <li>• Fließen und Abkühlen von Mehrschichtprodukten</li> <li>• Mehrkomponentenspritzguss</li> <li>• Hohlkörperspritzguss</li> <li>• Coextrusion</li> <li>• Blasformen von Hart-Weich-Kombinationen</li> <li>• Schäumen</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" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">zu</th> <th style="width: 50%;">Prüfungsform</th> <th style="width: 20%;">Dauer bzw. Umfang</th> <th style="width: 20%;">Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a) -<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 Chemieingenieurwesen, Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau</p>  |  |                              |    |              |                   |                              |            |                                |  |      |
| 12         | <p><b>Modulbeauftragte/r:</b></p> <p>Prof. Dr.-Ing. Volker Schöppner</p>   |  |                              |    |              |                   |                              |            |                                |  |      |

*2 Basismodule*

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

### 2.2.3 Werkzeugauslegung in der Kunststoffverarbeitung

| Werkzeugauslegung in der Kunststoffverarbeitung |  |                 |                 |                   |                  |                   |
|---|--|-----------------|-----------------|-------------------|------------------|-------------------|
| Tool design in polymer processing               |  |                 |                 |                   |                  |                   |
| Modulnummer:                                    | Workload (h):  | LP:             | Studiensem.:    | Turnus:           | Dauer (in Sem.): | Sprache:          |
| M.104.7210                                      | 240  | 8               | 1.-3. Semester  | Sommersemester    | 1                | de                |
| 1   | <b>Modulstruktur:</b>  |                 |                 |                   |                  |                   |
|   | Lehrveranstaltung  | Lehrform        | Kontaktzeit (h) | Selbststudium (h) | Status (P/WP)    | Gruppengröße (TN) |
| a)  | L.104.42250<br>Digitalbasierte Simulationsverfahren in der Kunststofftechnik   | V2<br>Ü1,<br>SS | 45              | 75                | P                | 40-60             |
| b)  | L.104.42290<br>Werkzeuge der Kunststoffverarbeitung  | V2<br>Ü1,<br>SS | 45              | 75                | P                | 40-60             |
| 2   | <b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b><br>keine  |                 |                 |                   |                  |                   |
| 3   | <b>Teilnahmevoraussetzungen:</b><br>Empfohlen: Grundlagen der Verfahrenstechnik und der Kunststoffverarbeitung   |                 |                 |                   |                  |                   |
| 4   | <b>Inhalte:</b><br><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> |                 |                 |                   |                  |                   |

## 2 Basismodule

|            | <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>• Angusssysteme</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" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">zu</th> <th style="width: 50%;">Prüfungsform</th> <th style="width: 20%;">Dauer bzw. Umfang</th> <th style="width: 20%;">Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a) -<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>   |  |                              |    |              |                   |                              |            |                                |  |      |

## 2 Basismodule

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

## 2.3 Vertiefungsrichtung Mechatronik

### 2.3.1 Moderne Methoden der Regelungstechnik 1

| Moderne Methoden der Regelungstechnik 1 |  |                 |                 |                   |                  |                   |  |
|---|--|-----------------|-----------------|-------------------|------------------|-------------------|--|
| Modern methods of automatic control 1   |  |                 |                 |                   |                  |                   |  |
| Modulnummer:                            | Workload (h):  | LP:             | Studiensem.:    | Turnus:           | Dauer (in Sem.): | Sprache:          |  |
| M.104.7212                              | 240  | 8               | 1. Semester     | Wintersemester    | 1                | de                |  |
| 1                                       | <b>Modulstruktur:</b>  |                 |                 |                   |                  |                   |  |
|   | 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                                       | <b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b>   |                 |                 |                   |                  |                   |  |
|   | keine  |                 |                 |                   |                  |                   |  |
| 3                                       | <b>Teilnahmevoraussetzungen:</b>   |                 |                 |                   |                  |                   |  |
|   | Empfohlen: Kenntnisse, wie sie in den Veranstaltungen Regelungstechnik und Regelungstechnik 2 vermittelt werden.   |                 |                 |                   |                  |                   |  |
|   | <i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Höhere Regelungstechnik:</i>   |                 |                 |                   |                  |                   |  |
|   | 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  |                 |                 |                   |                  |                   |  |

## 2 Basismodule

| 4          | <p><b>Inhalte:</b></p> <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Höhere Regelungstechnik:</i><br/>         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.</p> <p>Vorlesungsinhalte (u.a.)</p> <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> <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" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 5px;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%; text-align: center;">zu</th> <th style="width: 50%; text-align: center;">Prüfungsform</th> <th style="width: 20%; text-align: center;">Dauer bzw. Umfang</th> <th style="width: 20%; text-align: center;">Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">a) -<br/>b)</td> <td>mündliche Prüfung</td> <td style="text-align: center;">45 - 60 Minuten</td> <td style="text-align: center;">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>   |                   |                              |                   |                              |            |                   |                 |      |

## 2 Basismodule

|    |  |
|----|--|
| 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. Ansgar Trächtler   |
| 13 | <b>Sonstige Hinweise:</b>  |

## 2.3.2 Dynamik technischer Systeme

| Dynamik technischer Systeme   |  |                 |                 |                   |                  |                   |  |
|-------------------------------|--|-----------------|-----------------|-------------------|------------------|-------------------|--|
| Dynamics of technical systems |  |                 |                 |                   |                  |                   |  |
| Modulnummer:                  | Workload (h):  | LP:             | Studiensem.:    | Turnus:           | Dauer (in Sem.): | Sprache:          |  |
| M.104.7214                    | 240  | 8               | 1.-3. Semester  | Sommersemester    | 1                | de                |  |
| 1                             | <b>Modulstruktur:</b>  |                 |                 |                   |                  |                   |  |
|                               | Lehrveranstaltung  | Lehrform        | Kontaktzeit (h) | Selbststudium (h) | Status (P/WP)    | Gruppengröße (TN) |  |
| a)                            | L.104.12220<br>Mehrkörperdynamik   | V2<br>Ü1,<br>SS | 45              | 75                | P                | 30-60             |  |
| b)                            | L.104.12215<br>Nichtlineare Schwingungen   | V2<br>Ü1,<br>SS | 45              | 75                | P                | 30-60             |  |
| 2                             | <b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b><br>keine  |                 |                 |                   |                  |                   |  |
| 3                             | <b>Teilnahmevoraussetzungen:</b><br>Empfohlen: Grundkenntnisse in Mathematik und Mechanik, wie sie in den Vorlesungen des Bachelorstudiums Maschinenbau und in der Vorlesung Maschinen- und Systemdynamik vermittelt werden.   |                 |                 |                   |                  |                   |  |
| 4                             | <b>Inhalte:</b><br><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Mehrkörperdynamik:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung: Ziel und Inhalt der Vorlesung; Vektoren, Tensoren, Matrizen</li> <li>• Kinematische Grundlagen: Koordinationssysteme, Koordinaten und Transformationen; Kinematik starrer Körper; Kinematik der Mehrkörpersysteme</li> <li>• Kinetische Grundlagen: Kinetische Energie und Energiesatz; Trägheitseigenschaften starrer Körper; Impuls- und Drallsatz; Prinzip der virtuellen Arbeit; Prinzipien von d'Albert und Jourdain</li> <li>• Bewegungsgleichungen für Mehrkörpersysteme: Newton-Eulersche Bewegungsgleichungen; Lagrangesche Bewegungsgleichungen 1. und 2. Art; Integrale der Bewegungsgleichungen; allgemeine Form der Bewegungsgleichungen; Simulationen mit Mehrkörperprogrammsystemen</li> <li>• Lösungsverhalten: Stabilität der Bewegungen; Bewegung des momentenfreien Kreisels; Momentenwirkungen von Kreiseln bei gegebener Bewegung; Bewegung von Kreiseln unter äußeren Momenten; Relativbewegungen</li> </ul> |                 |                 |                   |                  |                   |  |

## 2 Basismodule

### *Inhalte der Lehrveranstaltung Nichtlineare Schwingungen:*

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

### *Contents of the course Mehrkörperdynamik:*

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

### *Contents of the course Nichtlineare Schwingungen:*

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

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

Mehrkörperdynamik Die Studierenden sind befähigt, selbständig die dynamischen Gleichungen von komplexen mechanischen Systemen rechnergestützt herzuleiten bzw. zu erstellen und zu lösen.

Nichtlineare Schwingungen Die Studierenden können selbständig nichtlineare schwingungstechnische Probleme lösen.

## 2 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%                                |
| In der Prüfung sollen die Studierenden die wesentlichen Grundlagen zur Mehrkörperdynamik und nichtlinearen Schwingungen wiedergeben, erklären und anwenden können. |  |  |                                     |
| 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. habil. Walter Sextro  |  |                                     |
| 13   | <b>Sonstige Hinweise:</b><br>Die Veranstaltung Mehrkörperdynamik wird im WS21/22 zusätzlich digital angeboten.   |  |                                     |

## 2.3.3 Produkt- und Prozessgestaltung

| Produkt- und Prozessgestaltung |  |                 |                 |                   |                  |                   |
|--------------------------------|--|-----------------|-----------------|-------------------|------------------|-------------------|
| Product and process design     |  |                 |                 |                   |                  |                   |
| Modulnummer:                   | Workload (h):  | LP:             | Studiensem.:    | Turnus:           | Dauer (in Sem.): | Sprache:          |
| M.104.7216                     | 240  | 8               | 1.-3. Semester  | Wintersemester    | 1                | de                |
| 1                              | <b>Modulstruktur:</b>  |                 |                 |                   |                  |                   |
|                                | Lehrveranstaltung  | Lehrform        | Kontaktzeit (h) | Selbststudium (h) | Status (P/WP)    | Gruppengröße (TN) |
| 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><br>keine  |                 |                 |                   |                  |                   |
| 3                              | <b>Teilnahmevoraussetzungen:</b><br>Empfohlen: Entwicklungsmethodik, Produktentstehung (PE I/II)<br><i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Systems Engineering:</i><br>Empfohlen: Entwicklungsmethodik, Produktentstehung<br><i>Prerequisites of course Systems Engineering:</i><br>Recommended: development methodology, product creation  |                 |                 |                   |                  |                   |
| 4                              | <b>Inhalte:</b><br>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 im 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. |                 |                 |                   |                  |                   |

## 2 Basismodule

### *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
- Qualitätslenkung

Engineers increasingly have to work in an interdisciplinary manner in product development 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 development 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 development methodology - developing systems in a logically networked way
- Technical processes - requirements engineering
- Technical processes - system architecture
- Technical processes - system design
- Technical processes - System Integration, Verification and Validation
- Technical management processes and property processes
- Core element Systems Engineer
- Contribution of systems engineering to sustainability
- Practical transfer - introducing systems engineering

| 5          | <p><b>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:</b></p> <p>Die Studierenden erhalten einen Einblick in das Vorgehen zur Entwicklung komplexer technischer Systeme. Die Teilnehmer*innen lernen die Anwendung von Methoden zur Systemmodellierung und die Grundregeln der interdisziplinären Zusammenarbeit. 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 können diese erläutern. Die Studierenden sind nach Besuch der Übungen in der Lage, die Zusammenhänge der einzelnen Methoden des Qualitätsmanagements zu erkennen, um sie auf Probleme der Praxis anzuwenden.</p> <p>The students gain an insight into approaches to develop complex technical systems. The students learn how to 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 will be able to explain them. After attending the exercises, students are able to recognize the interrelationships between the individual methods of quality management in order to 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 border="1" data-bbox="277 1025 1417 1236"> <thead> <tr> <th data-bbox="277 1025 363 1124">zu</th> <th data-bbox="363 1025 976 1124">Prüfungsform</th> <th data-bbox="976 1025 1197 1124">Dauer bzw. Umfang</th> <th data-bbox="1197 1025 1417 1124">Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="277 1124 363 1236">a) -<br/>b)</td> <td data-bbox="363 1124 976 1236">Klausur oder mündliche Prüfung</td> <td data-bbox="976 1124 1197 1236">120 - 240 Minuten oder 45 - 60 Minuten</td> <td data-bbox="1197 1124 1417 1236">100%</td> </tr> </tbody> </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>   |  |                              |                   |                              |            |                                |  |      |
| 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 Chemieingenieurwesen, Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau</p>   |  |                              |                   |                              |            |                                |  |      |

## 2 Basismodule

|    |   |
|----|---|
| 12 | <b>Modulbeauftragte/r:</b><br>Prof. Dr. Iris Gräßler, Prof. Dr. Iryna Mozgova |
| 13 | <b>Sonstige Hinweise:</b>   |

## 2.4 Vertiefungsrichtung Produktentwicklung

### 2.4.1 Antriebstechnik

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

|   |  |
|---|--|
| 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>  |

## 2 Basismodule

|    |  | <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  | <b>Prüfungsleistung:</b><br><input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP) <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP) <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP) | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 5%;">zu</th> <th style="width: 55%;">Prüfungsform</th> <th style="width: 20%;">Dauer bzw. Umfang</th> <th style="width: 20%;">Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">a)</td> <td>Klausur oder mündliche Prüfung</td> <td style="text-align: center;">120-150 Minuten oder 45-60 Minuten</td> <td style="text-align: center;">100%</td> </tr> </tbody> </table>   | zu                           | Prüfungsform | Dauer bzw. Umfang | Gewichtung für die Modulnote | a) | Klausur oder mündliche Prüfung | 120-150 Minuten oder 45-60 Minuten | 100% |
| zu | Prüfungsform   | Dauer bzw. Umfang   | Gewichtung für die Modulnote |              |                   |                              |    |                                |                                    |      |
| a) | Klausur oder mündliche Prüfung   | 120-150 Minuten oder 45-60 Minuten  | 100%                         |              |                   |                              |    |                                |                                    |      |
| 7  | <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).   |   |                              |              |                   |                              |    |                                |                                    |      |

## 2 Basismodule

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

## 2.4.2 Numerische Verfahren in der Produktentwicklung

| Numerische Verfahren in der Produktentwicklung |   |                 |                 |                   |                  |                   |
|--|---|-----------------|-----------------|-------------------|------------------|-------------------|
| Numerical methods in product development       |   |                 |                 |                   |                  |                   |
| Modulnummer:                                   | Workload (h):   | LP:             | Studiensem.:    | Turnus:           | Dauer (in Sem.): | Sprache:          |
| M.104.7220                                     | 240   | 8               | 1.-3. Semester  | Sommersemester    | 1                | de                |
| 1  | <b>Modulstruktur:</b>   |                 |                 |                   |                  |                   |
|  | Lehrveranstaltung   | Lehrform        | Kontaktzeit (h) | Selbststudium (h) | Status (P/WP)    | Gruppengröße (TN) |
| a)   | L.104.12220<br>Mehrkörperdynamik  | V2<br>Ü1,<br>SS | 45              | 75                | P                | 30-60             |
| b)   | L.104.13242<br>Numerische Methoden in der Produktentwicklung 2  | V2<br>Ü1,<br>SS | 45              | 75                | P                | 30-60             |
| 2  | <b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b><br>keine   |                 |                 |                   |                  |                   |
| 3  | <b>Teilnahmevoraussetzungen:</b><br>Empfohlen: Grundkenntnisse in Mathematik und Mechanik, wie sie in den Vorlesungen des Bachelorstudiums Maschinenbau und in der Vorlesung Maschinen- und Systemdynamik vermittelt werden. Grundkenntnisse NM, wie sie in der Vorlesung Numerische Methoden in der Produktentwicklung 1 des Bachelorstudiengangs Maschinenbau vermittelt werden.  |                 |                 |                   |                  |                   |
| 4  | <b>Inhalte:</b><br><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Mehrkörperdynamik:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung: Ziel und Inhalt der Vorlesung; Vektoren, Tensoren, Matrizen</li> <li>• Kinematische Grundlagen: Koordinationssysteme, Koordinaten und Transformationen; Kinematik starrer Körper; Kinematik der Mehrkörpersysteme</li> <li>• Kinetische Grundlagen: Kinetische Energie und Energiesatz; Trägheitseigenschaften starrer Körper; Impuls- und Drallsatz; Prinzip der virtuellen Arbeit; Prinzipie von d'Albert und Jourdain</li> <li>• Bewegungsgleichungen für Mehrkörpersysteme: Newton-Eulersche Bewegungsgleichungen; Lagrangesche Bewegungsgleichungen 1. und 2. Art; Integrale der Bewegungsgleichungen; allgemeine Form der Bewegungsgleichungen; Simulationen mit Mehrkörperprogrammsystemen</li> <li>• Lösungsverhalten: Stabilität der Bewegungen; Bewegung des momentenfreien Kreisels; Momentenwirkungen von Kreiseln bei gegebener Bewegung; Bewegung von Kreiseln unter äußeren Momenten; Relativbewegungen</li> </ul> |                 |                 |                   |                  |                   |

## 2 Basismodule

|            | <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Numerische Methoden in der Produktentwicklung 2:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vertiefung und Erweiterung der praktischen Anwendung der Numerischen Methoden (NM)</li> <li>• NM bei Dynamikproblemen, Bewegungsgleichung, Massenmatrizen, Dämpfungsmatrizen, Schwingungen von elastischen Systemen</li> <li>• Eigenschwingungen und erzwungene Schwingungen</li> <li>• Lösung der Bewegungsgleichung mit impliziter und expliziter NM</li> <li>• NM bei nichtlinearen Verformungen, geometrische Steifigkeitsmatrix, Knicken von Balken, Beulen von Platten</li> </ul> <p><i>Contents of the course Mehrkörperdynamik:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction: Aim and Content of the lecture; vectors, tensors, matrices</li> <li>• Kinematic basics: coordination systems, coordinates and transformations; Kinematics of rigid bodies; kinematics of multibody systems</li> <li>• Kinetic basics: kinetic energy and energy theorem; inertial properties rigid bodies; momentum and twist theorem; principle of virtual work; principles of d’Alembert and Jourdain</li> <li>• Equations of motion for mutli-body systems: Newton-Euler equations of motion; Lagrangian equations of motion of 1st and 2nd kind; integrals of the equations of motion; general form of the equations of motion; simulatons with multi-body program systems</li> <li>• Solution behaviour: Stability of motions; motion of moment-free gyroscope; moment effects of gyroscopes for a given motion; motion of gyroscopes under external moments; relative motions.</li> </ul> |                                    |                              |                   |                              |            |                                |                                    |      |
|------------|--|------------------------------------|------------------------------|-------------------|------------------------------|------------|--------------------------------|------------------------------------|------|
| 5          | <p><b>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:</b></p> <p>Die Studierenden sind befähigt, selbständig die dynamischen Gleichungen von komplexen mechanischen Systemen rechnergestützt herzuleiten bzw. zu erstellen und zu lösen. Darüber hinaus können sie mit den Prinzipien numerischer Methoden Bewegungsgleichungen und Steifigkeitsbeziehungen für Stabilitätsprobleme für elastische Systeme aufstellen sowie Eigenwerte und Eigenformen ermitteln.</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" data-bbox="277 1397 1417 1608"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">zu</th> <th style="text-align: center;">Prüfungsform</th> <th style="text-align: center;">Dauer bzw. Umfang</th> <th style="text-align: center;">Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">a) -<br/>b)</td> <td style="text-align: center;">Klausur oder mündliche Prüfung</td> <td style="text-align: center;">180-240 Minuten oder 45-60 Minuten</td> <td style="text-align: center;">100%</td> </tr> </tbody> </table> <p>In der Prüfung sollen die Studierenden die wesentlichen Grundlagen zur Mehrkörperdynamik und Numerische Methoden in der Produktentwicklung 2 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%                         |                   |                              |            |                                |                                    |      |
| 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>  |                                    |                              |                   |                              |            |                                |                                    |      |

## 2 Basismodule

|    |  |
|----|--|
| 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. Gunter Kullmer, Prof. Dr.-Ing. habil. Walter Sextro   |
| 13 | <b>Sonstige Hinweise:</b><br>Die Veranstaltung Mehrkörperdynamik wird im WS21/22 zusätzlich digital angeboten.   |

## 2.4.3 Produktentstehung

| Produktentstehung |  |                 |                 |                          |                  |                   |  |
|-------------------|--|-----------------|-----------------|--------------------------|------------------|-------------------|--|
| Product creation  |  |                 |                 |                          |                  |                   |  |
| Modulnummer:      | Workload (h):  | LP:             | Studiensem.:    | Turnus:                  | Dauer (in Sem.): | Sprache:          |  |
| M.104.7222        | 240  | 8               | 1.-3. Semester  | Sommer- / Wintersemester | 2                | de                |  |
| 1                 | <b>Modulstruktur:</b>  |                 |                 |                          |                  |                   |  |
|                   | Lehrveranstaltung  | Lehrform        | Kontaktzeit (h) | Selbststudium (h)        | Status (P/WP)    | Gruppengröße (TN) |  |
| a)                | L.104.51210<br>Produktentstehung 1   | V2<br>Ü1,<br>WS | 45              | 75                       | P                | 90 - 200          |  |
| b)                | L.104.51230<br>Produktentstehung 2   | V2<br>Ü1,<br>SS | 45              | 75                       | P                | 90 - 200          |  |
| 2                 | <b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b><br>keine  |                 |                 |                          |                  |                   |  |
| 3                 | <b>Teilnahmevoraussetzungen:</b><br>Empfohlen: Entwicklungsmethodik  |                 |                 |                          |                  |                   |  |
| 4                 | <b>Inhalte:</b><br>Der Markterfolg innovativer Produkte basiert auf Exzellenz in der Produktentstehung. Die Produktentstehung umfasst die strategische Produktplanung, das Innovationsmanagement, die Produktentwicklung, die Produktionsvorbereitung sowie eine durchgängige informationstechnische Unterstützung, das Digital und Virtual Engineering. Der Produktentstehungsprozess reicht somit von der strategischen Geschäftsfeldplanung bis zum Markteintritt und gewinnt insbesondere vor dem Hintergrund der sich vollziehenden digitalen Transformation und der Notwendigkeit der Entwicklung nachhaltiger Produkte an Bedeutung. Zur Effektivitäts- und Effizienzsteigerung in der interdisziplinären Produktentstehung werden anhand eines Produktentstehungssystems Wertesysteme, Gestaltungsprinzipien, Methoden und Werkzeuge vorgestellt und angewendet. Die Studierenden werden hiermit in die Lage versetzt, Produktentstehungsprozesse unterschiedlicher Branchen hinsichtlich Verbesserungspotenzialen zu analysieren und darauf aufbauend Konzepte zur Reorganisation zu entwickeln. Das Modul Produktentstehung vertieft im ersten Teil die Entwicklung von Strategien und Geschäftsmodellen und betrachtet im zweiten Abschnitt das Entwicklungsmanagement. |                 |                 |                          |                  |                   |  |

## 2 Basismodule

### *Inhalte der Lehrveranstaltung Produktentstehung 1:*

#### Inhalte der Lehrveranstaltung Produktentstehung 1:

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

### *Inhalte der Lehrveranstaltung Produktentstehung 2:*

#### Inhalte der Lehrveranstaltung Produktentstehung 2:

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

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

### *Contents of the course Produktentstehung 1:*

#### Contents of the course product creation 1:

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

## 2 Basismodule

|   |   |
|---|---|
|   | <p><i>Contents of the course Produktentstehung 2:</i><br/>Contents of the course product creation 2:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Development methodology VDI/VDE 2206:2021</li><li>• Engineering of Cyber-Physical Systems (CPS)</li><li>• Methods of requirements management</li><li>• Planning and implementation of property validation</li><li>• Complexity control with design structure matrices</li><li>• Design for X</li><li>• Agile development approaches</li><li>• Model-based product development and systems engineering</li><li>• Product Lifecycle Management</li><li>• Production system development (cyber-physical production systems)</li><li>• Lean Manufacturing</li></ul>  |
| 5 | <p><b>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:</b></p> <p>Nach Abschluss der Veranstaltung PE 1 sind die Studierenden in der Lage, Marktchancen anhand generischer Modelle zu bewerten. Die Studierenden kennen das theoretische Rahmenwerk von Innovationen und sind in der Lage, dieses auf neue Inhalte anzuwenden. Die Studierenden können Methoden der Vorausschau selbstständig anwenden. Sie werden befähigt, Unternehmensstrategien voneinander abzugrenzen und zu analysieren. Abhängig von Einsatzkriterien wählen sie geeignete Methoden und Vorgehensweisen der Produktentwicklung aus und wenden diese auf ingenieurwissenschaftliche Problemstellungen an. Durch die Veranstaltung PE 2 werden die Studierenden befähigt, ausgewählte Methoden und Vorgehensweisen der Produktentwicklung auf neue Sachverhalte anzuwenden. Die Studierenden kennen Ansätze des Anforderungsmanagements, zum Design for X und zum Komplexitätsmanagement und wenden, diese an. Sie bearbeiten selbstständig Aufgaben auf Basis der modellbasierten Systementwicklung und der integrierten Produktentwicklung. Zur effektiven und effizienten Produktion kennen sie aktuelle Ansätze, wie z.B. Lean Manufacturing und Digitalisierung, und wenden diese an. Sie erhalten darüber hinaus einen Überblick über zugehörige Anwendungen zur Datenhaltung und -verwaltung in lebenszyklusbegleitenden Verwaltungssystemen.</p> <p>After completing PE 1, students are able to evaluate markets using generic models. Students know the theoretical framework of innovations and are able to apply it to new content. Students will be able to independently apply methods of foresight. The students are enabled to differentiate and analyse existing strategies of companies. Depending on application criteria, they select suitable methods and procedures of product development and apply them to engineering problems. The PE 2 course enables students to apply selected methods and procedures of product development to new situations. The students know approaches to requirements management, design for X and complexity management and are able to apply them. The students work independently on tasks based on integrated approaches such as model-based system development and integrated product development. For effective and efficient production, they know current approaches, such as lean manufacturing and digitalisation, and apply them. They also receive an overview of associated applications for data management and administration in life cycle accompanying management systems.</p> |

## 2 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)   | Hausarbeit oder Klausur  | 10-40    Seiten<br>oder    180-240<br>Minuten | 100%                                |
| In der Prüfung sollen die Studierenden für exemplarische Problemstellungen die zugrundeliegenden Elementarprozesse erläutern sowie geeignete Verfahren auswählen und ihre Anwendung praktisch erläutern. |  |   |                                     |
| 7  | <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. Iris Gräßler   |   |                                     |
| 13   | <b>Sonstige Hinweise:</b>  |   |                                     |

## 2.5 Vertiefungsrichtung Fertigungstechnik

### 2.5.1 Fertigungseinrichtungen

| Fertigungseinrichtungen |  |                 |                 |                   |                  |                   |  |
|-------------------------|--|-----------------|-----------------|-------------------|------------------|-------------------|--|
| Manufacturing equipment |  |                 |                 |                   |                  |                   |  |
| Modulnummer:            | Workload (h):  | LP:             | Studiensem.:    | Turnus:           | Dauer (in Sem.): | Sprache:          |  |
| M.104.7224              | 240  | 8               | 1.-3. Semester  | Wintersemester    | 1                | de                |  |
| 1                       | <b>Modulstruktur:</b>  |                 |                 |                   |                  |                   |  |
|                         | Lehrveranstaltung  | Lehrform        | Kontaktzeit (h) | Selbststudium (h) | Status (P/WP)    | Gruppengröße (TN) |  |
| a)                      | L.104.24270<br>Werkzeugtechnologie   | V2<br>Ü1,<br>WS | 45              | 75                | P                | 90 - 200          |  |
| b)                      | L.104.24265<br>Werkzeugmaschinentechnolog  | V2<br>Ü1,<br>WS | 45              | 75                | P                | 90 - 200          |  |
| 2                       | <b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b><br>keine  |                 |                 |                   |                  |                   |  |
| 3                       | <b>Teilnahmevoraussetzungen:</b><br>keine  |                 |                 |                   |                  |                   |  |
| 4                       | <b>Inhalte:</b><br><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Werkzeugtechnologie:</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> |                 |                 |                   |                  |                   |  |

## 2 Basismodule

|            | <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Werkzeugmaschinentechologie:</i></p> <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          | <p><b>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:</b></p> <p>Werkzeugtechnologie: Die Studierenden erlangen grundlegende Kompetenzen bei der Gestaltung und Auslegung von Werkzeugen, auch unter Zuhilfenahme von CAD-Werkzeugen. Weiterhin sind sie in der Lage Methoden aus dem Bereich FEM für die Auslegung von Werkzeugen anzuwenden. Hinsichtlich der Fertigung von Umformwerkzeugen werden Kenntnisse im Bereich CAM erworben, sodass einfache CNC-Fräsprogramme abgeleitet werden können. Vertiefte Kompetenzen werden im Bereich der Vermessung von Werkzeugen und Werkstücken erworben. Dementsprechend sind die Studierenden in der Lage, für einfache Blechbauteile Umformwerkzeuge auszulegen, zu gestalten, hinsichtlich deren Fertigung unterstützend zu wirken als auch diese hinsichtlich der Einsatzfähigkeit zu überprüfen und zu charakterisieren.</p> <p>Werkzeugmaschinentechologie: 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> |  |                              |                   |                              |            |                                |  |      |
| 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" data-bbox="277 1373 1417 1581"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">zu</th> <th style="text-align: center;">Prüfungsform</th> <th style="text-align: center;">Dauer bzw. Umfang</th> <th style="text-align: center;">Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">a) -<br/>b)</td> <td>Klausur oder mündliche Prüfung</td> <td style="text-align: center;">180 - 240 Minuten oder 45 - 60 Minuten</td> <td style="text-align: center;">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>  |  |                              |                   |                              |            |                                |  |      |

## 2 Basismodule

|    |  |
|----|--|
| 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. Werner Homberg  |
| 13 | <b>Sonstige Hinweise:</b>  |

## 2.5.2 Fügeverfahren für Leichtbaustrukturen

| Fügeverfahren für Leichtbaustrukturen           |  |                 |                 |                          |                  |                   |  |
|---|--|-----------------|-----------------|--------------------------|------------------|-------------------|--|
| Joining technologies for lightweight structures |  |                 |                 |                          |                  |                   |  |
| Modulnummer:                                    | Workload (h):  | LP:             | Studiensem.:    | Turnus:                  | Dauer (in Sem.): | Sprache:          |  |
| M.104.7226                                      | 240  | 8               | 1.-3. Semester  | Sommer- / Wintersemester | 2                | de                |  |
| 1   | <b>Modulstruktur:</b>  |                 |                 |                          |                  |                   |  |
|   | Lehrveranstaltung  | Lehrform        | Kontaktzeit (h) | Selbststudium (h)        | Status (P/WP)    | Gruppengröße (TN) |  |
| a)  | L.104.21210<br>Mechanische Fügeverfahren   | V2<br>Ü1,<br>SS | 45              | 75                       | P                | 20-40             |  |
| b)  | L.104.21255<br>Thermische Fügeverfahren  | V2<br>Ü1,<br>WS | 45              | 75                       | P                | 20-40             |  |
| 2   | <b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b><br>keine  |                 |                 |                          |                  |                   |  |
| 3   | <b>Teilnahmevoraussetzungen:</b><br><i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Mechanische Fügeverfahren:</i><br>Empfohlen: Werkstoffkunde<br><br><i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Thermische Fügeverfahren:</i><br>Empfehlung: Grundlagen in Werkstoffkunde, Konstruktion, Chemie, Physik, Elektrotechnik   |                 |                 |                          |                  |                   |  |
| 4   | <b>Inhalte:</b><br><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Mechanische Fügeverfahren:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die mechanische Fügetechnik (Einteilung und Begriffe)</li> <li>• Abgrenzung der mechanischen Fügeverfahren gegenüber anderen Fügeverfahren</li> <li>• Verfahrensdarstellungen, Werkzeuge, Fügeeinrichtungen</li> <li>• Mechanische Fügeverfahren</li> <li>• Verbindungseigenschaften, Einsatzgesichtspunkte, Anwendungen</li> <li>• Nietverfahren (insbesondere Stanznieten und Blindnieten)</li> <li>• Verbinden mit Funktionselementen</li> <li>• Clinchverfahren</li> <li>• Linienförmiges umformtechnisches Fügen</li> <li>• Weitere Verfahren und aktuelle Verfahrensentwicklungen</li> <li>• Qualitätssicherung und Prüfung mechanisch gefügter Verbindungen</li> <li>• Auswahl von mechanischen Fügeverfahren</li> <li>• Kombination des mechanischen Fügens mit anderen Verfahren (Hybridfügen)</li> <li>• Reparatur und Recycling mechanisch gefügter Verbindungen</li> <li>• Praktische Präsentation von Werkzeugen und Fügeeinrichtungen</li> </ul> |                 |                 |                          |                  |                   |  |

## 2 Basismodule

|   |  |
|---|--|
|   | <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Thermische Fügeverfahren:</i></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Einführung in die Schweißtechnik</li><li>• Bedeutung und Einordnung der Schweißtechnik</li><li>• Schweißen von Metallen</li><li>• Beurteilung der Schweißbarkeit</li><li>• Verbindungsaufbau</li><li>• Verzug/Eigenstressungen</li><li>• Risserscheinungen</li><li>• Schweißbeugung ausgewählter Werkstoffe</li><li>• Mischverbindungen</li><li>• Schweißverfahren und Geräte</li><li>• Autogentechnik</li><li>• Elektrodenschweißen</li><li>• Unterpulverschweißen</li><li>• Metallschutzgasschweißen (WIG/MIG/MAG)</li><li>• Plasmaschweißen</li><li>• Elektronenstrahl- und Laserstrahlschweißen</li><li>• Widerstandsschweißen</li><li>• Reibschweißen und aktuelle Entwicklungen</li><li>• Fertigung von Schweißverbindungen</li><li>• Schweißfolge</li><li>• Wärmebehandlung</li><li>• Prüfung von Schweißverbindungen</li><li>• Zerstörungsfreie und zerstörende Prüfverfahren</li><li>• Einführung in die Löttechnik</li></ul>   |
| 5 | <p><b>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:</b></p> <p>Die Studierenden können mechanische (z.B. Nieten) und thermische Fügeverfahren (z.B. Schweißen) mit ihren spezifischen Vor- und Nachteilen sowie Anwendungsgebieten benennen. Sie können zudem die verfahrenstechnischen Grundlagen und die Auswirkungen von und auf Werkstoff, Konstruktion und Fertigung erläutern. Ergänzend sind sie im Stande, Grundlagen zur werkstoff-, beanspruchungs- und fertigungsgerechten Gestaltung zu nennen. Letztendlich sind Sie darüber hinaus in der Lage, für gegebene Problemstellungen eine grundlegende Auswahl eines geeigneten Fügeverfahrens vorzunehmen. Die Studierenden können in exemplarischen Gebieten der Fügetechnik die relevanten Zusammenhänge erläutern. Sie sind darüber hinaus in der Lage, die in den Grundlagenvorlesungen erworbenen Kenntnisse und Verfahren auf diese Gebiete anzuwenden bzw. Vergleiche zwischen den einzelnen Verfahren anzustellen, um für entsprechende Problemstellungen die geeigneten Verfahren und Prozesse auszuwählen und grundlegend auslegen zu können.</p> |

## 2 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%                                |
| <p>In der Prüfung sollen die Studierenden für exemplarische Problemstellungen aus der Füge­technik die zugrundeliegenden Mechanismen erläutern sowie geeignete Verfahren auswählen, hinsichtlich der Eigenschaften charakterisieren und bewerten.</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 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. Gerson Meschut  |                                    |                                     |
| 13  | <b>Sonstige Hinweise:</b>  |                                    |                                     |

## 2.5.3 Prozessketten in der Fertigungstechnik

| Prozessketten in der Fertigungstechnik |   |      |                 |                        |                          |                      |                          |
|--|---|------|-----------------|------------------------|--------------------------|----------------------|--------------------------|
| Process chains in manufacturing        |   |      |                 |                        |                          |                      |                          |
| Modulnummer:                           | Workload (h):   | LP:  | Studiensem.:    | Turnus:                | Dauer (in Sem.):         | Sprache:             |                          |
| M.104.7228                             | 240   | 8    | 1.-2. Semester  | Sommersemester         | 1                        | de                   |                          |
| 1                                      | <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.104.24240<br>Fertigungstechnische Prozessketten   | Pro- | V2<br>Ü1,<br>SS | 45                     | 75                       | P                    | 20-60                    |
| b)                                     | L.104.24255<br>Umformtechnik 2  |      | V2<br>Ü1,<br>SS | 45                     | 75                       | P                    | 20-60                    |
| 2                                      | <b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b><br>keine   |      |                 |                        |                          |                      |                          |
| 3                                      | <b>Teilnahmevoraussetzungen:</b><br>Empfohlen: Anwendungsgrundlagen   |      |                 |                        |                          |                      |                          |
| 4                                      | <b>Inhalte:</b><br><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Fertigungstechnische Prozessketten:</i><br>a) Fertigungstechnische Prozessketten <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in Prozessketten</li> <li>• Methodiken: Qualitätsmanagement, Qualitätswerkzeuge, Motivation und Kommunikation, Transaktionsanalyse, Optimierungsmethoden</li> <li>• Prozessketten: Fertigungsplanung Blechbearbeitung, Tailored Blanks (Prozesse und Anwendungen)</li> <li>• Managementsystem Six Sigma</li> </ul> <i>Inhalte der Lehrveranstaltung Umformtechnik 2:</i><br>b) Umformtechnik 2 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Massivumformverfahren: Walzen, Fließgut-Düsenverfahren, Schmieden, Stauchen und Fließpressen</li> <li>• Blechumformung und -bearbeitung: Tiefziehen, Streckziehen, Biegen, Strahlverarbeitung, Superplastische Umformung</li> <li>• Profillumformung: Innenhochdruckumformung</li> </ul> |      |                 |                        |                          |                      |                          |

| 5          | <p><b>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:</b></p> <p>Fertigungstechnische Prozessketten: Die Studierenden haben einen Überblick über die wirtschaftliche Bedeutung und die Einsatzmöglichkeiten typischer Werkzeugmaschinen. Dies schließt die grundlegende Kenntnis der eingesetzten Verfahren, entsprechenden Randbedingungen und Schnittstellen zur Herstellung gängiger Produkte mit ein. Auch die Anwendung von Methodiken zur Überwachung und Steuerung von Prozessketten wurde erlernt. Somit können die Studierenden für die Fertigung typischer Produkte Prozessketten aufstellen, analysieren und bewerten. Vertiefte Kompetenzen wurden im Bereich des Six Sigma Managementsystems erworben, wodurch insbesondere Beschreibungen, Messungen, Analysen, Verbesserungen und Überwachung von Prozessen angewandt werden können.</p> <p>Umformtechnik 2: Die Studierenden haben vertiefte Kompetenzen über gängige Verfahren der umformenden Fertigungstechnik erlangt. Damit haben sie Möglichkeiten umformtechnische Grundlagenfragen zu beantworten und kennen aktuelle Entwicklungen im Bereich der Massiv-, Profil- und Blechumformung. Dementsprechend sind die Studierenden in der Lage, für typische Bauteile gezielt geeignete umformtechnische Verfahren und entsprechende Einrichtungen auszuwählen, hinsichtlich Gesichtspunkten wie z.B. Genauigkeit, Wirtschaftlichkeit, Umweltverträglichkeit zu analysieren und anschließend ganzheitlich zu bewerten. Dies gilt auch für innovative Fertigungstechnologien zur Herstellung von Bauteilen für den Leichtbau. Vertiefte Kompetenzen wurden im Bereich der Innenhochdruckumformung erlangt.</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" data-bbox="277 1077 1414 1285"> <thead> <tr> <th data-bbox="277 1077 363 1173">zu</th> <th data-bbox="363 1077 975 1173">Prüfungsform</th> <th data-bbox="975 1077 1198 1173">Dauer bzw. Umfang</th> <th data-bbox="1198 1077 1414 1173">Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="277 1173 363 1285">a) -<br/>b)</td> <td data-bbox="363 1173 975 1285">Klausur oder mündliche Prüfung</td> <td data-bbox="975 1173 1198 1285">180 - 240 Minuten oder 45 - 60 Minuten</td> <td data-bbox="1198 1173 1414 1285">100%</td> </tr> </tbody> </table> <p>In der Prüfung sollen die Studierenden für exemplarische Problemstellungen die zugrundeliegenden Prozessketten erläutern und geeignete Verfahren bzw. Werkzeuge zur Optimierung der Prozesskette auswählen und grundlegend auslegen.</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 Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau</p>  |  |                              |                   |                              |            |                                |  |      |

*2 Basismodule*

|    |   |
|----|---|
| 12 | <b>Modulbeauftragte/r:</b><br>Prof. Dr.-Ing. Werner Homberg |
| 13 | <b>Sonstige Hinweise:</b>                                   |

## 2.6 Vertiefungsrichtung Werkstoffeigenschaften und -simulation

### 2.6.1 Schadensanalyse

| Schadensanalyse |  |                 |                 |                   |                  |                   |  |
|-----------------|--|-----------------|-----------------|-------------------|------------------|-------------------|--|
| Damage analysis |  |                 |                 |                   |                  |                   |  |
| Modulnummer:    | Workload (h):  | LP:             | Studiensem.:    | Turnus:           | Dauer (in Sem.): | Sprache:          |  |
| M.104.7230      | 240  | 8               | 1.-3. Semester  | Wintersemester    | 1                | de                |  |
| 1               | <b>Modulstruktur:</b>  |                 |                 |                   |                  |                   |  |
|                 | Lehrveranstaltung  | Lehrform        | Kontaktzeit (h) | Selbststudium (h) | Status (P/WP)    | Gruppengröße (TN) |  |
| 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<br>Rissbildung und Bruch   | V2<br>Ü1,<br>WS | 45              | 75                | P                | 20 - 60           |  |
| 2               | <b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b><br>keine  |                 |                 |                   |                  |                   |  |
| 3               | <b>Teilnahmevoraussetzungen:</b><br><i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Technische Aspekte von Rissbildung und Bruch:</i><br>Empfohlen werden die Vorlesungen Werkstoffkunde 1 und 2   |                 |                 |                   |                  |                   |  |
| 4               | <b>Inhalte:</b><br><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> |                 |                 |                   |                  |                   |  |

## 2 Basismodule

|            | <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Technische Aspekte von Rissbildung und Bruch:</i><br/> Die durch zyklisch wechselnde Belastungen hervorgerufene Werkstoffschädigung begrenzt in-<br/> zwischen bei vielen technischen Konstruktionen die nutzbare Lebensdauer. Grundkenntnisse der<br/> Rissbildung in technischen Werkstoffen und die Erkennbarkeit / Detektion von Rissen sind da-<br/> her für den sicheren Betrieb technischer Konstruktionen unerlässlich. In der Vorlesung werden<br/> verschiedene Detektionsmöglichkeiten von Rissen vorgestellt, die Unterschiede und Eignung der<br/> Verfahren für verschiedene Rissarten gegenübergestellt und diskutiert. Es wird ein grundlegen-<br/> des Verständnis für die Mechanismen, die zu Rissbildung und -ausbreitung führen, geschaffen.<br/> Die Übertragung der an Laborproben erarbeiteten Grundlagen auf reale Bauteile wird anhand von<br/> 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><br/> Die Studierenden können Berechnungsmethoden der Schadensanalyse erläutern. Sie sind in der<br/> Lage, Konzepte der Bruchmechanik zu nennen und können zudem Spannungsintensitätsfaktoren<br/> der linear elastischen Bruchmechanik berechnen. Sie können darüber hinaus Bruchzähigkeiten<br/> experimentell ermitteln und sind in der Lage, Beispiele der elastoplastischen Bruchmechanik zu<br/> behandeln.</p>   |  |                                 |                      |                                 |            |                                |  |      |
| 6          | <p><b>Prüfungsleistung:</b><br/> <input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP)      <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP)      <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)</p> <table border="1" data-bbox="277 1229 1422 1440"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">zu</th> <th style="text-align: center;">Prüfungsform</th> <th style="text-align: center;">Dauer bzw.<br/>Umfang</th> <th style="text-align: center;">Gewichtung für<br/>die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">a) -<br/>b)</td> <td style="text-align: center;">Klausur oder mündliche Prüfung</td> <td style="text-align: center;">180 - 240 Minu-<br/>ten oder 45 - 60<br/>Minuten</td> <td style="text-align: center;">100%</td> </tr> </tbody> </table> <p>In der Prüfung sollen die Studierenden für exemplarische Problemstellungen die zugrundeliegen-<br/> den Methoden erläutern, sowie für Berechnungsbeispiele detaillierte Lösungen finden.</p>  | zu   | Prüfungsform                    | Dauer bzw.<br>Umfang | Gewichtung für<br>die Modulnote | a) -<br>b) | Klausur oder mündliche Prüfung | 180 - 240 Minu-<br>ten oder 45 - 60<br>Minuten | 100% |
| zu         | Prüfungsform  | Dauer bzw.<br>Umfang                           | Gewichtung für<br>die Modulnote |                      |                                 |            |                                |  |      |
| a) -<br>b) | Klausur oder mündliche Prüfung  | 180 - 240 Minu-<br>ten oder 45 - 60<br>Minuten | 100%                            |                      |                                 |            |                                |  |      |
| 7          | <p><b>Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:</b><br/> keine / none</p>  |  |                                 |                      |                                 |            |                                |  |      |
| 8          | <p><b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:</b><br/> keine / none</p>   |  |                                 |                      |                                 |            |                                |  |      |
| 9          | <p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten:</b><br/> Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.</p>   |  |                                 |                      |                                 |            |                                |  |      |
| 10         | <p><b>Gewichtung für Gesamtnote:</b><br/> Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).</p>   |  |                                 |                      |                                 |            |                                |  |      |

## 2 Basismodule

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

## 2.6.2 Strukturberechnung

| Strukturberechnung  |   |                 |                 |                   |                  |                   |
|---------------------|---|-----------------|-----------------|-------------------|------------------|-------------------|
| Structural analysis |   |                 |                 |                   |                  |                   |
| Modulnummer:        | Workload (h):   | LP:             | Studiensem.:    | Turnus:           | Dauer (in Sem.): | Sprache:          |
| M.104.7232          | 240   | 8               | 1.-2. Semester  | Wintersemester    | 1                | de                |
| 1                   | <b>Modulstruktur:</b>   |                 |                 |                   |                  |                   |
|                     | Lehrveranstaltung   | Lehrform        | Kontaktzeit (h) | Selbststudium (h) | Status (P/WP)    | Gruppengröße (TN) |
| a)                  | L.104.22221<br>FEM in der Werkstoffsimulation   | V2<br>Ü1,<br>WS | 45              | 75                | P                | 20-40             |
| b)                  | L.104.25225<br>Auslegung von Hybridstrukturen   | V2<br>Ü1,<br>WS | 45              | 75                | P                | 40 - 60           |
| 2                   | <b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b><br>keine   |                 |                 |                   |                  |                   |
| 3                   | <b>Teilnahmevoraussetzungen:</b><br>keine   |                 |                 |                   |                  |                   |
| 4                   | <b>Inhalte:</b><br><i>Inhalte der Lehrveranstaltung FEM in der Werkstoffsimulation:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Problemstellungen des Maschinenbaus: Elastische Probleme, Stationäre Wärmeleitung</li> <li>• Ein-, zwei- und dreidimensionale Finite-Element Formulierung</li> <li>• Einführung in gemischte Formulierungen</li> <li>• Einführung in adaptive Verfahren</li> <li>• Anwendungen der FEM in Pre- und Post-Processing mit Einführung in Abaqus-CAE</li> <li>• Implementierung in MATLAB (Pre-Processing, Aufstellen und Lösen des Gleichungssystems, Post-Processing)</li> </ul><br><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Auslegung von Hybridstrukturen:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Hybridstrukturen: Grundlagen, Anwendungen</li> <li>• Bestimmung und Berechnung mechanischer Eigenschaften</li> <li>• Grenzschichten hybrider Werkstoffe</li> <li>• Einführung in hybride Herstellprozesse</li> <li>• Berechnung thermischer Eigenspannungen</li> <li>• CAE-gestützte Auslegung hybrider Strukturen</li> </ul> |                 |                 |                   |                  |                   |

## 2 Basismodule

| 5          | <p><b>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:</b></p> <p>Die Studierenden können Berechnungsmethoden der Strukturberechnung erläutern. Sie sind in der Lage, die Grundlagen der Finite-Element-Methode (FEM) und der Auslegung von Hybridstrukturen zu nennen. Durch die computergestützte Simulation können die Studierenden praxisrelevante Beispiele der Strukturberechnung behandeln und können darüber hinaus einfache ein- und zweidimensionale Modelle implementieren. Die Studierenden sind in der Lage hybridspezifische Probleme zu erkennen und an vereinfachten Beispielen analytisch zu lösen. Sie verfügen über die notwendige Kenntnis CAE-Methoden zur Unterstützung der Strukturberechnung von Hybridbauteilen zu verwenden.</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" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">zu</th> <th style="text-align: center;">Prüfungsform</th> <th style="text-align: center;">Dauer bzw. Umfang</th> <th style="text-align: center;">Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">a) -<br/>b)</td> <td>Klausur oder mündliche Prüfung</td> <td style="text-align: center;">180 - 240 Minuten oder 45 - 60 Minuten</td> <td style="text-align: center;">100%</td> </tr> </tbody> </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>  |  |                              |                   |                              |            |                                |  |      |
| 11         | <p><b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:</b></p> <p>Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau</p>  |  |                              |                   |                              |            |                                |  |      |
| 12         | <p><b>Modulbeauftragte/r:</b></p> <p>Prof. Dr. Rolf Mahnken</p>  |  |                              |                   |                              |            |                                |  |      |
| 13         | <p><b>Sonstige Hinweise:</b></p>   |  |                              |                   |                              |            |                                |  |      |

## 2.6.3 Werkstoffmechanik

| Werkstoffmechanik      |   |                 |                 |                   |                  |                   |  |
|------------------------|---|-----------------|-----------------|-------------------|------------------|-------------------|--|
| Mechanics of materials |   |                 |                 |                   |                  |                   |  |
| Modulnummer:           | Workload (h):   | LP:             | Studiensem.:    | Turnus:           | Dauer (in Sem.): | Sprache:          |  |
| M.104.7234             | 240   | 8               | 1.-3. Semester  | Sommersemester    | 1                | de / en           |  |
| 1                      | <b>Modulstruktur:</b>   |                 |                 |                   |                  |                   |  |
|                        | Lehrveranstaltung   | Lehrform        | Kontaktzeit (h) | Selbststudium (h) | Status (P/WP)    | Gruppengröße (TN) |  |
| 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><br>keine   |                 |                 |                   |                  |                   |  |
| 3                      | <b>Teilnahmevoraussetzungen:</b><br>keine   |                 |                 |                   |                  |                   |  |
| 4                      | <b>Inhalte:</b><br><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> |                 |                 |                   |                  |                   |  |

## 2 Basismodule

|   |   |
|---|---|
|   | <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>  |

## 2 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%                                |
| 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>Prof. Dr. Rolf Mahnken   |                                    |                                     |
| 13  | <b>Sonstige Hinweise:</b>  |                                    |                                     |

## 2.7 Vertiefungsrichtung Leichtbau mit Hybridsystemen

### 2.7.1 Leichtbau durch Fertigungstechnik

| Leichtbau durch Fertigungstechnik              |   |                 |                 |                   |                  |                   |  |
|--|---|-----------------|-----------------|-------------------|------------------|-------------------|--|
| Production technologies for lightweight design |   |                 |                 |                   |                  |                   |  |
| Modulnummer:                                   | Workload (h):   | LP:             | Studiensem.:    | Turnus:           | Dauer (in Sem.): | Sprache:          |  |
| M.104.7236                                     | 240   | 8               | 1.-2. Semester  | Sommersemester    | 1                | de / en           |  |
| 1  | <b>Modulstruktur:</b>   |                 |                 |                   |                  |                   |  |
|  | Lehrveranstaltung   | Lehrform        | Kontaktzeit (h) | Selbststudium (h) | Status (P/WP)    | Gruppengröße (TN) |  |
| a)   | L.104.21241 oder L.104.21242<br>Klebtechnische Fertigungsverfahren oder Adhesive Bonding Technologies   | V2<br>Ü1,<br>SS | 45              | 75                | P                | 20-40             |  |
| b)   | L.104.24280<br>Fertigungstechnik für den Leichtbau  | V2<br>Ü1,<br>SS | 45              | 75                | P                | 20-40             |  |
| 2  | <b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b><br>keine   |                 |                 |                   |                  |                   |  |
| 3  | <b>Teilnahmevoraussetzungen:</b><br><br>•<br><br><i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Klebtechnische Fertigungsverfahren oder Adhesive Bonding Technologies:</i><br>Empfohlen: Werkstoffkunde, Technische Mechanik 1+2   |                 |                 |                   |                  |                   |  |
| 4  | <b>Inhalte:</b><br><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Klebtechnische Fertigungsverfahren oder Adhesive Bonding Technologies:</i><br><br><ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Klebtechnik</li> <li>• Einteilung der Klebstoffe</li> <li>• Auslegung von Klebverbindungen</li> <li>• Kennwerte und Simulation</li> <li>• Klebtechnischer Fertigungsprozess</li> <li>• Klebverbindungen im Betrieb</li> <li>• Prozesskette im automobilen Karosserie-Rohbau</li> </ul> |                 |                 |                   |                  |                   |  |

## 2 Basismodule

*Inhalte der Lehrveranstaltung Fertigungstechnik für den Leichtbau:*

- Einführung in die Umform- und Zerspanungstechnik
- Grundlagen der Metallkunde, Plastizitätstheorie, Stoffmodelle und -gesetze
- Prozesssimulation & FEM, Arbeitsgenauigkeit
- Verfahrensübersicht Blechumformen: Tiefziehen, Blechbiegen, inkrementelles Umformen
- Verfahrensübersicht Profillumformen
- Grundlagen der Zerspantechnik
- Drehen und Hartdrehen, Fräsen
- Bohren und Reiben, Schleifen
- Grundlagen des Leichtbaus, Leichtbaubezüge zu Fertigungsverfahren der spanenden Fertigung und der Umformtechnik

*Contents of the course Klebtechnische Fertigungsverfahren oder Adhesive Bonding Technologies:*

- Introduction to adhesive bonding
- Classification of adhesives
- Design of adhesively bonded joints
- Tests and simulation
- Adhesive bonding production process
- Adhesive bonds in operation
- Process chain in car body construction

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

Die Studierenden können wesentliche Grundlagen sowie die typischen Charakteristika der wichtigsten spanenden, umformtechnischen und fügetechnischen Prozesse im Bereich des Leichtbaus beschreiben. Basierend auf diesem Wissen sind die Studierenden in der Lage die Möglichkeiten und Grenzen umformtechnischer, spanender und fügender Fertigungsverfahren zu bestimmen und zu ermitteln. Damit ist es möglich, geeignete Verfahren zur Herstellung von Halbzeugen bzw. Endprodukten mit definierten Eigenschaften vorzuschlagen. Die Hörer/innen kennen neben den Fertigungsprozessen der verschiedenen Klebverfahren insbesondere die klebspezifischen Einflussparameter auf das mechanische und physikalische Eigenschaftsprofil von Klebverbindungen. Ferner können die Grundlagen zur klebgerechten Gestaltung und Berechnungsverfahren auch mit Hilfe der FEM zur Auslegung genutzt werden.

**6 Prüfungsleistung:**

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

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

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

## 2 Basismodule

|    |  |
|----|--|
| 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. Gerson Meschut  |
| 13 | <b>Sonstige Hinweise:</b>  |

## 2.7.2 Polymere und metallische Werkstoffe für den Fahrzeugbau

| Polymere und metallische Werkstoffe für den Fahrzeugbau   |  |                 |                        |                          |                      |                          |
|---|--|-----------------|------------------------|--------------------------|----------------------|--------------------------|
| Polymeric and metallic materials for vehicle construction |  |                 |                        |                          |                      |                          |
| Modulnummer:  | Workload (h):  | LP:             | Studiensem.:           | Turnus:                  | Dauer (in Sem.):     | Sprache:                 |
| M.104.7238  | 240  | 8               | 1.-3. Semester         | Wintersemester           | 1                    | de / en                  |
| 1   | <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.104.23285<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   | <b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b><br>keine  |                 |                        |                          |                      |                          |
| 3   | <b>Teilnahmevoraussetzungen:</b><br>Empfohlen: Werkstoffkunde der Kunststoffe<br><i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Metallische Werkstoffe für den Fahrzeugbau:</i><br>Grundkenntnisse in Werkstoffkunde  |                 |                        |                          |                      |                          |
| 4   | <b>Inhalte:</b><br><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Metallische Werkstoffe für den Fahrzeugbau:</i><br>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> <i>Inhalte der Lehrveranstaltung Werkstoffmechanik der Kunststoffe:</i> <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> |                 |                        |                          |                      |                          |

## 2 Basismodule

|    |  |                                |  |                                     |
|----|--|--------------------------------|--|-------------------------------------|
| 5  | <b>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:</b><br><p>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.</p> |                                |  |                                     |
| 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 Chemieingenieurwesen, Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau   |                                |  |                                     |
| 12 | <b>Modulbeauftragte/r:</b><br>Prof. Mirko Schaper  |                                |  |                                     |
| 13 | <b>Sonstige Hinweise:</b>  |                                |  |                                     |

## 2.7.3 Strukturberechnung

| Strukturberechnung  |   |                 |                 |                   |                  |                   |  |
|---------------------|---|-----------------|-----------------|-------------------|------------------|-------------------|--|
| Structural analysis |   |                 |                 |                   |                  |                   |  |
| Modulnummer:        | Workload (h):   | LP:             | Studiensem.:    | Turnus:           | Dauer (in Sem.): | Sprache:          |  |
| M.104.7232          | 240   | 8               | 1.-2. Semester  | Wintersemester    | 1                | de                |  |
| 1                   | <b>Modulstruktur:</b>   |                 |                 |                   |                  |                   |  |
|                     | Lehrveranstaltung   | Lehrform        | Kontaktzeit (h) | Selbststudium (h) | Status (P/WP)    | Gruppengröße (TN) |  |
| a)                  | L.104.22221<br>FEM in der Werkstoffsimulation   | V2<br>Ü1,<br>WS | 45              | 75                | P                | 20-40             |  |
| b)                  | L.104.25225<br>Auslegung von Hybridstrukturen   | V2<br>Ü1,<br>WS | 45              | 75                | P                | 40 - 60           |  |
| 2                   | <b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b><br>keine   |                 |                 |                   |                  |                   |  |
| 3                   | <b>Teilnahmevoraussetzungen:</b><br>keine   |                 |                 |                   |                  |                   |  |
| 4                   | <b>Inhalte:</b><br><i>Inhalte der Lehrveranstaltung FEM in der Werkstoffsimulation:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Problemstellungen des Maschinenbaus: Elastische Probleme, Stationäre Wärmeleitung</li> <li>• Ein-, zwei- und dreidimensionale Finite-Element Formulierung</li> <li>• Einführung in gemischte Formulierungen</li> <li>• Einführung in adaptive Verfahren</li> <li>• Anwendungen der FEM in Pre- und Post-Processing mit Einführung in Abaqus-CAE</li> <li>• Implementierung in MATLAB (Pre-Processing, Aufstellen und Lösen des Gleichungssystems, Post-Processing)</li> </ul><br><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Auslegung von Hybridstrukturen:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Hybridstrukturen: Grundlagen, Anwendungen</li> <li>• Bestimmung und Berechnung mechanischer Eigenschaften</li> <li>• Grenzschichten hybrider Werkstoffe</li> <li>• Einführung in hybride Herstellprozesse</li> <li>• Berechnung thermischer Eigenspannungen</li> <li>• CAE-gestützte Auslegung hybrider Strukturen</li> </ul> |                 |                 |                   |                  |                   |  |

## 2 Basismodule

| 5          | <p><b>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:</b></p> <p>Die Studierenden können Berechnungsmethoden der Strukturberechnung erläutern. Sie sind in der Lage, die Grundlagen der Finite-Element-Methode (FEM) und der Auslegung von Hybridstrukturen zu nennen. Durch die computergestützte Simulation können die Studierenden praxisrelevante Beispiele der Strukturberechnung behandeln und können darüber hinaus einfache ein- und zweidimensionale Modelle implementieren. Die Studierenden sind in der Lage hybridspezifische Probleme zu erkennen und an vereinfachten Beispielen analytisch zu lösen. Sie verfügen über die notwendige Kenntnis CAE-Methoden zur Unterstützung der Strukturberechnung von Hybridbauteilen zu verwenden.</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" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">zu</th> <th style="width: 50%;">Prüfungsform</th> <th style="width: 20%;">Dauer bzw. Umfang</th> <th style="width: 20%;">Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">a) -<br/>b)</td> <td>Klausur oder mündliche Prüfung</td> <td style="text-align: center;">180 - 240 Minuten oder 45 - 60 Minuten</td> <td style="text-align: center;">100%</td> </tr> </tbody> </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>  |  |                              |                   |                              |            |                                |  |      |
| 11         | <p><b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:</b></p> <p>Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau</p>  |  |                              |                   |                              |            |                                |  |      |
| 12         | <p><b>Modulbeauftragte/r:</b></p> <p>Prof. Dr. Rolf Mahnken</p>  |  |                              |                   |                              |            |                                |  |      |
| 13         | <p><b>Sonstige Hinweise:</b></p>   |  |                              |                   |                              |            |                                |  |      |

## 2.8 Vertiefungsrichtung Fahrzeugtechnik

### 2.8.1 Fahrzeugstruktur

| Fahrzeugstruktur  |  |                 |                 |                          |                  |                   |  |
|-------------------|--|-----------------|-----------------|--------------------------|------------------|-------------------|--|
| Vehicle structure |  |                 |                 |                          |                  |                   |  |
| Modulnummer:      | Workload (h):  | LP:             | Studiensem.:    | Turnus:                  | Dauer (in Sem.): | Sprache:          |  |
| M.104.7240        | 240  | 8               | 1.-3. Semester  | Sommer- / Wintersemester | 2                | de                |  |
| 1                 | <b>Modulstruktur:</b>  |                 |                 |                          |                  |                   |  |
|                   | Lehrveranstaltung  | Lehrform        | Kontaktzeit (h) | Selbststudium (h)        | Status (P/WP)    | Gruppengröße (TN) |  |
| a)                | L.104.25210<br>Karosserietechnologie   | V2<br>Ü1,<br>WS | 45              | 75                       | P                | 60-80             |  |
| b)                | L.104.21270<br>Fahrzeugtechnische Fügeverfahren  | V2<br>Ü1,<br>SS | 45              | 75                       | P / WP           | 20-40             |  |
| 2                 | <b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b><br>keine  |                 |                 |                          |                  |                   |  |
| 3                 | <b>Teilnahmevoraussetzungen:</b><br>keine<br><i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Karosserietechnologie:</i><br>Keine |                 |                 |                          |                  |                   |  |

|          |  |
|----------|--|
| <b>4</b> | <p><b>Inhalte:</b></p> <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Karosserietechnologie:</i><br/>In der vorliegenden Veranstaltung werden verschiedene Aspekte moderner Karosserien behandelt. Die Themen gliedern sich wie folgt:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Historische Entwicklung der Karosserie</li><li>• Karosseriebauweisen</li><li>• Entwicklungsprozess inklusive CAX-Betrachtungen</li><li>• Strukturentwurf<ul style="list-style-type: none"><li>– Auslegungsmethoden</li><li>– Statische Auslegungsgrößen</li><li>– Betriebsfestigkeit, NVH Verhalten</li><li>– Crash</li></ul></li><li>• Bauteile der Rohkarosserie</li><li>• Zusammenbau moderner Karosserien</li><li>• Reparatur und Recycling</li></ul> <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Fahrzeugtechnische Fügeverfahren:</i></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Fahrzeugtechnische Werkstoffe und ihre Fügeignung</li><li>• Fahrzeugtechnische Fügeverfahren<ul style="list-style-type: none"><li>– Einführung (Verfahrensvarianten, Vor-/Nachteile, Einsatzbereiche, Einsatzgrenzen)</li><li>– Thermisches Fügen: Schweißen von Metallen, Schmelzschweißen, Pressschweißen</li><li>– Mechanisches Fügen: Clinchen, Stanznieten, Schrauben, Bolzensetzen, Funktionselemente</li><li>– Klebtechnisches Fügen inklusive Hybridfügen</li></ul></li><li>• Eigenschaftsermittlung und Qualitätssicherung von Verbindungen</li><li>• Auslegung und Berechnung</li><li>• Aus-/Weiterbildungsmöglichkeiten</li></ul> <p><i>Contents of the course Fahrzeugtechnische Fügeverfahren:</i></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Automotive materials and joining</li><li>• Automotive joining processes<ul style="list-style-type: none"><li>– Introduction: Processes, advantages/disadvantages, areas of application, limits of use.</li><li>– Thermal joining: Welding of metals, fusion welding, pressure welding.</li><li>– Mechanical joining: Clinching, self-pierce riveting, bolting, functional elements.</li><li>– Adhesive joining including hybrid joining</li></ul></li><li>• Identification of mechanical properties and quality assurance of joints</li><li>• Design and calculation</li><li>• Education opportunities</li></ul> |
|----------|--|

## 2 Basismodule

|    |   |                                |  |                                     |
|----|---|--------------------------------|--|-------------------------------------|
| 5  | <b>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:</b><br><p>Die Studierenden verstehen die grundlegenden Prinzipien, nach denen eine moderne Karosserie aufgebaut wird. Sie kennen die Konzepte und Bauweisen die im modernen Karosseriebau eingesetzt werden. Sie sind in der Lage die Auswirkungen von relevanten Auslegungsgrößen auf die Struktur der Karosserie zu verstehen. Sie können insbesondere die Sicherheitsanforderungen an die heutigen Fahrzeugstrukturen sowie das Crashverhalten analysieren und beurteilen. Die Studierenden können wesentliche Grundlagen sowie die typischen Charakteristika der wichtigsten fügetechnischen Prozesse für den Einsatz im Fahrzeugbau beschreiben und hierbei wichtige Verbindungen zwischen den Eigenschaften verschiedenster Werkstoffe und ihrer Fügbarkeit herstellen. Basierend auf diesem Wissen sind die Studierenden in der Lage, die Möglichkeiten und Grenzen fahrzeugtechnisch-anwendungsspezifischer Fügeverfahren zu bestimmen, gegenüberstellen, auswählen und zu charakterisieren. Damit ist es ihnen dann auch möglich, geeignete Verfahren zur Herstellung von Baugruppen und Endprodukten mit definierten Eigenschaften vorzuschlagen. Dabei sind die Studierenden durch die vermittelten theoretischen wie praktischen Wissensinhalte in der Lage, eine gezielte Auslegung von Prozessen sowie von fügetechnischen Lösungen durchzuführen.</p> |                                |  |                                     |
| 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%                                |
|    | <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 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>Dr.-Ing. Thorsten Marten  |                                |  |                                     |
| 13 | <b>Sonstige Hinweise:</b>   |                                |  |                                     |

## 2.8.2 Automobiltechnik und Fahrzeugdynamik

| Automobiltechnik und Fahrzeugdynamik       |   |  |                 |                          |                  |                   |  |
|--|---|--|-----------------|--------------------------|------------------|-------------------|--|
| Automotive technology and vehicle dynamics |   |  |                 |                          |                  |                   |  |
| Modulnummer:                               | Workload (h):   | LP:  | Studiensem.:    | Turnus:                  | Dauer (in Sem.): | Sprache:          |  |
| M.104.7242                                 | 240   | 8  | 1.-3. Semester  | Sommer- / Wintersemester | 2                | de / en           |  |
| 1  | <b>Modulstruktur:</b>   |  |                 |                          |                  |                   |  |
|  | Lehrveranstaltung   | Lehrform   | Kontaktzeit (h) | Selbststudium (h)        | Status (P/WP)    | Gruppengröße (TN) |  |
| a)   | L.104.12226<br>Fahrzeugdynamik  | V2<br>Ü1,<br>WS  | 45              | 75                       | P                | 50 - 70           |  |
| b)   | L.104.25275 oder<br>L.104.25276<br>Grundlagen der Automobil-<br>technik oder Basics of Auto-<br>motive Engineering  | V2<br>Ü1,<br>WS<br>(deutsch<br>oder<br>SS<br>(eng-<br>lisch) | 45              | 75                       | P                | 40-60             |  |
| 2  | <b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b><br>keine   |  |                 |                          |                  |                   |  |
| 3  | <b>Teilnahmevoraussetzungen:</b><br>Empfohlen: Maschinen- und Systemdynamik   |  |                 |                          |                  |                   |  |
| 4  | <b>Inhalte:</b><br><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Fahrzeugdynamik:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung: Landgestützte Fahrzeuge</li> <li>• Modellbildung: Allgemeines, Wahl der Ersatzsysteme, Kinematik und Kinetik der Mehrkörpersysteme, Formalismen für Mehrkörpersysteme, Kontinuumsmodelle für Balkentragwerke, Modalanalyse für Balkentragwerke, Finite Elemente Methoden, Modelle für Fahrwege, Störmodelle, Modelle für Trag- und Führsysteme, Modelle für das Gesamtsystem</li> <li>• Regelungsaspekte: Prinzipielles Vorgehen bei der Reglerauslegung bzw. Parameteroptimierung, Formulierung des Regelziels, Definition von Systemgütemaßen, Reglerauslegung, Parameteroptimierung</li> <li>• Dynamische Analyse: Allgemeines, Methoden zur Systemanalyse, Beispiele</li> </ul> |  |                 |                          |                  |                   |  |

## 2 Basismodule

*Inhalte der Lehrveranstaltung Grundlagen der Automobiltechnik oder Basics of Automotive Engineering:*

In der vorliegenden Veranstaltung werden die wesentlichen Aspekte von Kraftfahrzeugen behandelt, die die Dynamik des Fahrzeugs betreffen. Dazu gehört die Behandlung von:

- Fahrzeugkomponenten
- Antriebskonzepte
  - Verbrennungsmotor
  - Hybridantriebe
  - Elektrische Antriebe
- Längsdynamik
  - Fahrwiderstände
  - Reifen und Räder
  - Bremsen, Bremskraftverteilung
- Querdynamik
  - Reifen
  - Lineares Einspurmodell
  - Zweispurmodell
- Fahrwerkstechnik
  - Grundlagen
  - Achselemente
  - Achskonzepte

*Contents of the course Fahrzeugdynamik:*

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

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

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

**Grundlagen der Automobiltechnik:** Die Vorlesung versetzt die Studierenden in die Lage die physikalischen Grundlagen, die die Dynamik eines Kraftfahrzeugs beeinflussen und bestimmen, zu erkennen und zu erklären. Die Studenten wissen, wie das komplexe System Automobil in Teilprobleme zu zerlegen ist und wie die entsprechenden Lösungsansätze der Teilprobleme aussehen. Insbesondere können daraus die Fahreigenschaften eines Automobils erklärt und verstanden werden.

## 2 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. Thomas Tröster   |                                |  |                                     |
| 13 | <b>Sonstige Hinweise:</b>  |                                |  |                                     |

## 2.8.3 Fahrzeugsysteme

| Fahrzeugsysteme    |  |                 |                 |                   |                  |                   |  |
|--------------------|--|-----------------|-----------------|-------------------|------------------|-------------------|--|
| Automotive systems |  |                 |                 |                   |                  |                   |  |
| Modulnummer:       | Workload (h):  | LP:             | Studiensem.:    | Turnus:           | Dauer (in Sem.): | Sprache:          |  |
| M.104.7244         | 240  | 8               | 2. Semester     | Sommersemester    | 1                | de                |  |
| 1                  | <b>Modulstruktur:</b>  |                 |                 |                   |                  |                   |  |
|                    | Lehrveranstaltung  | Lehrform        | Kontaktzeit (h) | Selbststudium (h) | Status (P/WP)    | Gruppengröße (TN) |  |
| a)                 | L.104.52230<br>Mechatronische Systeme im Kraftfahrzeug   | V2<br>Ü1,<br>SS | 45              | 75                | P                | unbegrenzt        |  |
| b)                 | L.104.52232<br>Fahrerassistenzsysteme und autonomes Fahren   | V2<br>Ü1,<br>SS | 45              | 75                | P                | unbegrenzt        |  |
| 2                  | <b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b><br>keine  |                 |                 |                   |                  |                   |  |
| 3                  | <b>Teilnahmevoraussetzungen:</b><br>Empfohlen: Matlab-Simulink, Regelungstechnik, Grundlagen der Mechatronik (und Systemtechnik)<br><i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Mechatronische Systeme im Kraftfahrzeug:</i><br>Empfohlen: Matlab-Simulink, Regelungstechnik, Grundlagen der Mechatronik und Systemtechnik<br><i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Fahrerassistenzsysteme und autonomes Fahren:</i><br>Empfohlen: Matlab-Simulink, Regelungstechnik, Grundlagen der Mechatronik und Systemtechnik<br><i>Prerequisites of course Mechatronische Systeme im Kraftfahrzeug:</i><br>Recommendet: Matlab-Simulink, Control Engineering, Principles of Mechatronics and System Engineering<br><i>Prerequisites of course Fahrerassistenzsysteme und autonomes Fahren:</i><br>Recommendet: Matlab-Simulink, Control Engineering, Principles of Mechatronics and System Engineering |                 |                 |                   |                  |                   |  |

|          |   |
|----------|---|
| <b>4</b> | <p><b>Inhalte:</b></p> <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Mechatronische Systeme im Kraftfahrzeug:</i></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Überblick über mechatronische Systeme im Kraftfahrzeug</li><li>• Modellierung der Fahrzeugbewegung</li><li>• Das Fahrdynamikregelsystem ESP</li><li>• Aktive Lenksysteme</li><li>• Aktive Fahrwerksysteme</li><li>• Integrierte Fahrdynamikregelung</li><li>• Fahrdynamik und Stabilisierung von Fahrzeuggespannen</li></ul> <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Fahrerassistenzsysteme und autonomes Fahren:</i></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Überblick und Klassifikation von autonomen Fahrfunktionen, Automatisierungsgrade und rechtliche Aspekte</li><li>• Modell- und Simulationsbasierte Entwicklungs- und Testmethoden</li><li>• Sensorik für die Fahrzustands- und Umfelderkennung</li><li>• Trajektorienfolgeregelung und Fahrermodelle</li><li>• Automatisierte Längsführung: Systemstruktur, Funktionshierarchie, Sensorik und Aktorik am Beispiel der adaptiven Geschwindigkeitsregelung</li><li>• Automatisierte Querverführung: Systemstruktur, Funktionshierarchie, Sensorik und Aktorik am Beispiel des Spurhalteassistenten</li></ul> <p><i>Contents of the course Mechatronische Systeme im Kraftfahrzeug:</i></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Overview of automotive mechatronic systems</li><li>• Modelling of the vehicle movement</li><li>• ESP vehicle dynamics control system</li><li>• Active steering systems</li><li>• Active suspension systems</li><li>• Integrated vehicle dynamics control</li><li>• Dynamics and stabilisation of vehicles with trailers</li></ul> <p><i>Contents of the course Fahrerassistenzsysteme und autonomes Fahren:</i></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Overview and classification of autonomous driving functions, automation levels and legal aspects</li><li>• Model- and simulation-based development and test methods</li><li>• Sensor technology for vehicle state and environment detection</li><li>• Trajectory following control and driver models</li><li>• Automatic longitudinal control: System structure, function hierarchy, sensor and actuator technology of adaptive cruise control as an example</li><li>• Automatic lateral control: System structure, function hierarchy, sensor and actuator technology of lane keeping assistance as an example</li></ul> |
|----------|---|

| 5          | <p><b>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:</b></p> <p>Die Studierenden kennen die grundlegenden Anwendungen der Steuerungs- und Regelungstechnik in Systemen zur Fahrdynamikregelung und zur Fahrerassistenz im Automobil, sowohl in Bezug auf Sicherheit als auch auf Komfort. Sie können deren Funktionsweise, die zugrundeliegenden Algorithmen sowie die eingesetzten mechatronischen Komponenten erklären. Basis hierfür sind Kenntnisse über die Fahrdynamik (Längs-, Quer- und Vertikaldynamik), die verschiedenen Arten der Modellbildung, Methoden zur simulationsbasierten Analyse und Bewertung sowie deren Anwendungen für automatisierte Fahrfunktionen. Diese Kenntnisse über das Fahrzeug- und Fahrerverhalten und die erforderlichen bzw. verfügbaren Komponenten dienen der Anwendung zur Auslegung von Fahrdynamikregelungen und automatisierten sowie kooperativen Assistenzsystemen. Die Studierenden können die jeweiligen Anwendungsfälle analysieren, daraus differenzierte Anforderungen und Randbedingungen ableiten und die erlernten Methoden zur Auslegung fortgeschrittener Assistenzsysteme und automatisierter Fahrfunktionen einsetzen.</p> <p>The students are familiar with the basic applications of control engineering in systems for vehicle dynamics control and driver assistance systems, both in terms of safety and comfort. They can explain their functionality, the underlying algorithms and the mechatronic components used. The basis for this is knowledge of vehicle dynamics (longitudinal, lateral and vertical dynamics), the different types of modelling, methods for simulation-based analysis and evaluation and their applications for autonomous vehicles. This knowledge about vehicle and driver behaviour and the required or available components serves the application for the design of vehicle dynamics control and autonomous as well as cooperative assistance systems. The students are able to analyse the respective application cases, derive differentiated requirements and boundary conditions and use the learned methods for the design of supporting and autonomous assistance systems.</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" data-bbox="279 1153 1420 1355"> <thead> <tr> <th data-bbox="279 1153 359 1243">zu</th> <th data-bbox="359 1153 973 1243">Prüfungsform</th> <th data-bbox="973 1153 1197 1243">Dauer bzw. Umfang</th> <th data-bbox="1197 1153 1420 1243">Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="279 1243 359 1355">a) -<br/>b)</td> <td data-bbox="359 1243 973 1355">Klausur oder mündliche Prüfung</td> <td data-bbox="973 1243 1197 1355">180-240 Minuten oder 45-60 Minuten</td> <td data-bbox="1197 1243 1420 1355">100%</td> </tr> </tbody> </table> <p>In der Prüfung sollen die Studierenden für exemplarische Problemstellungen Möglichkeiten zur Modellbildung sowie die Funktionsweise verschiedener mechatronischer Komponenten erläutern. In Bezug auf Anwendungsbeispiele sollen geeignete Fahrerassistenzsysteme ausgewählt und grundlegend auslegt werden.</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>  |                                    |                              |                   |                              |            |                                |                                    |      |

## 2 Basismodule

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

## 2.9 Vertiefungsrichtung Ingenieurinformatik

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

### 2.9.1 Vertiefungsrichtungsabhängiges Pflichtmodul FEM und Numerik

| FEM und Numerik           |  |                 |                 |                          |                  |                   |  |
|---------------------------|--|-----------------|-----------------|--------------------------|------------------|-------------------|--|
| FEM and numerical methods |  |                 |                 |                          |                  |                   |  |
| Modulnummer:              | Workload (h):  | LP:             | Studiensem.:    | Turnus:                  | Dauer (in Sem.): | Sprache:          |  |
| M.104.6110                | 240  | 8               | 1.-4. Semester  | Sommer- / Wintersemester | 2                | de                |  |
| 1                         | <b>Modulstruktur:</b>  |                 |                 |                          |                  |                   |  |
|                           | Lehrveranstaltung  | Lehrform        | Kontaktzeit (h) | Selbststudium (h)        | Status (P/WP)    | Gruppengröße (TN) |  |
| a)                        | L.105.94400<br>Mathematik 4 für Maschinenbau (Numerische Methoden)   | V2<br>Ü1,<br>SS | 45              | 75                       | P                | 20-40             |  |
| b)                        | L.104.22221<br>FEM in der Werkstoffsimulation  | V2<br>Ü1,<br>WS | 45              | 75                       | P                | 20-40             |  |
| 2                         | <b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b><br>keine  |                 |                 |                          |                  |                   |  |
| 3                         | <b>Teilnahmevoraussetzungen:</b><br>Empfohlen: Grundlagen der Mathematik und Mechanik  |                 |                 |                          |                  |                   |  |
| 4                         | <b>Inhalte:</b><br><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Mathematik 4 für Maschinenbau (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 Basismodule

|    | <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung FEM in der Werkstoffsimulation:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Problemstellungen des Maschinenbaus: Elastische Probleme, Stationäre Wärmeleitung</li> <li>• Ein-, zwei- und dreidimensionale Finite-Element Formulierung</li> <li>• Einführung in gemischte Formulierungen</li> <li>• Einführung in adaptive Verfahren</li> <li>• Anwendungen der FEM in Pre- und Post-Processing mit Einführung in Abaqus-CAE</li> <li>• Implementierung in MATLAB (Pre-Processing, Aufstellen und Lösen des Gleichungssystems, Post-Processing)</li> </ul>   |                                   |                              |                   |                              |    |         |                |      |    |                                |                                   |      |
|----|--|-----------------------------------|------------------------------|-------------------|------------------------------|----|---------|----------------|------|----|--------------------------------|-----------------------------------|------|
| 5  | <p><b>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:</b></p> <p>Die Studierenden können Berechnungsmethoden der Mechanik erläutern und können maschinenbauliche Aufgabenstellungen mit der Finite-Element-Methode bearbeiten. Sie sind in der Lage, die wichtigsten Berechnungsverfahren zur Bewertung von Bauteilen zu benennen und zielgerichtet anzuwenden. Die Studierenden können für konkrete Berechnungsbeispiele der Werkstoffmechanik die relevanten Zusammenhänge erläutern und sind darüber hinaus in der Lage, Umformprozesse, Materialverhalten und bruchsisicheres Gestalten mittels der computergestützten Simulation (FEM) zu behandeln. Die Studierenden kennen die dafür notwendigen wichtigsten Verfahren zur numerischen Berechnung und können diese auch auf weitere einfache physikalische Probleme anwenden. Sie sind in der Lage, die Genauigkeit und Signifikanz der numerischen Berechnungen einzuschätzen und kritisch zu hinterfragen.</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 border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">zu</th> <th style="width: 50%;">Prüfungsform</th> <th style="width: 20%;">Dauer bzw. Umfang</th> <th style="width: 20%;">Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a)</td> <td>Klausur</td> <td>60-120 Minuten</td> <td>50 %</td> </tr> <tr> <td>b)</td> <td>Klausur oder mündliche Prüfung</td> <td>90-120 Minuten oder 30-45 Minuten</td> <td>50 %</td> </tr> </tbody> </table> <p>In der Prüfung sollen die Studierenden für exemplarische Problemstellungen die zugrundeliegenden Methoden erläutern, sowie für Berechnungsbeispiele detaillierte Lösungen finden. Die Studierenden stellen für ein gegebenes Problem ein adäquates numerisches Verfahren auf und vergleichen verschiedene numerische Verfahren.</p> | zu                                | Prüfungsform                 | Dauer bzw. Umfang | Gewichtung für die Modulnote | a) | Klausur | 60-120 Minuten | 50 % | b) | Klausur oder mündliche Prüfung | 90-120 Minuten oder 30-45 Minuten | 50 % |
| zu | Prüfungsform   | Dauer bzw. Umfang                 | Gewichtung für die Modulnote |                   |                              |    |         |                |      |    |                                |                                   |      |
| a) | Klausur  | 60-120 Minuten                    | 50 %                         |                   |                              |    |         |                |      |    |                                |                                   |      |
| b) | Klausur oder mündliche Prüfung   | 90-120 Minuten oder 30-45 Minuten | 50 %                         |                   |                              |    |         |                |      |    |                                |                                   |      |
| 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>  |                                   |                              |                   |                              |    |         |                |      |    |                                |                                   |      |

## 2 Basismodule

|    |  |
|----|--|
| 11 | <b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:</b><br>Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau |
| 12 | <b>Modulbeauftragte/r:</b><br>Prof. Dr. Rolf Mahnken   |
| 13 | <b>Sonstige Hinweise:</b><br>Es wird empfohlen, Mathe 4 zeitlich vor FEM in der Werkstoffsimulation zu hören.                      |

## 2.9.2 Vertiefungsrichtungsabhängiges Pflichtmodul Stochastik für Informatiker

| Stochastik für Informatiker |   |                 |                        |                          |                      |                          |  |
|-----------------------------|---|-----------------|------------------------|--------------------------|----------------------|--------------------------|--|
| Modulnummer:                | Workload (h):   | LP:             | Studiensem.:           | Turnus:                  | Dauer (in Sem.):     | Sprache:                 |  |
| M.105.9731                  | 180   | 6               | 1./3. Semester         | Wintersemester           | 1                    | de                       |  |
| 1                           | <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.105.97300<br>Stochastik für Informatiker  | V3<br>Ü2,<br>WS | 75                     | 105                      | P                    | 200-300                  |  |
| 2                           | <b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b><br>keine   |                 |                        |                          |                      |                          |  |
| 3                           | <b>Teilnahmevoraussetzungen:</b><br>keine / none  |                 |                        |                          |                      |                          |  |
| 4                           | <b>Inhalte:</b><br><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Stochastik für Informatiker:</i><br>Begriffe und Konzepte der deskriptiven Statistik, Klassische Wahrscheinlichkeitsmodelle, Standardverteilungen (u.a. Binomial, Poisson), Satz von Bayes und Anwendungen, Beispiele nicht-diskreter Verteilungen, Zufallsgrößen und ihre Momente, Quantile, Gesetze der großen Zahlen, Zentraler Grenzwertsatz, Schätzen (inkl. Konfidenzintervalle) und Testen, Simulation und Zufallszahlen, Markovketten, mehrdimensionale Wahrscheinlichkeitsverteilungen   |                 |                        |                          |                      |                          |  |
| 5                           | <b>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kenntnis der Bedeutung der Stochastik in Gesellschaft und Wissenschaft.</li> <li>• Sicherer Umgang mit den Begriffen der Stochastik in Wort und Schrift.</li> <li>• Verständnis des mathematischen Sachverhaltes und den damit verbundenen Denkweisen.</li> <li>• Verständnis der Beweise. Befähigung zur Lösung von Übungsaufgaben zur Stochastik. Fähigkeit des Erkennens von Verbindungen innerhalb der Stochastik beziehungsweise zwischen der Stochastik und anderen Bereichen der Mathematik.</li> <li>• Durchführung von einfachen statistischen Analysen. Befähigung zum Umgang mit einem Software-Paket zur Stochastik.</li> </ul><br>Deskriptive Statistik und Datenanalyse |                 |                        |                          |                      |                          |  |

## 2 Basismodule

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

### Zufallsmodellierung

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

### Stochastische Anwendungen

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

### Neue Medien

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

### 6 Prüfungsleistung:

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

| zu | Prüfungsform                   | Dauer bzw. Umfang                 | Gewichtung für die Modulnote |
|----|--------------------------------|-----------------------------------|------------------------------|
| a) | Klausur oder mündliche Prüfung | 90-120 Minuten bzw. 30-45 Minuten | 100%                         |

## 2 Basismodule

|    |  |
|----|--|
| 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. Rolf Mahnken   |
| 13 | <b>Sonstige Hinweise:</b>  |

## 2.9.3 Basismodul Rechnernetze

| Rechnernetze        |  |                 |                        |                          |                         |                          |  |
|---------------------|--|-----------------|------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|--|
| <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.079.05105         | 180  | 6               | 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.079.22100<br>Rechnernetze  | V3<br>Ü2,<br>WS | 75                     | 105                      | P                       | 100 (V),<br>30 (Ü)       |  |
| 2                   | <b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b><br>keine  |                 |                        |                          |                         |                          |  |
| 3                   | <b>Teilnahmevoraussetzungen:</b><br><i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Rechnernetze:</i><br>Sinnvoll, aber nicht zwingend vorausgesetzt, ist eine Einführungsveranstaltung in Betriebssysteme und Systemsoftware, wie etwa die Veranstaltung KMS oder SSSP im Studiengang Informatik. Alternativ sollten gewisse Grundkenntnisse vorhanden sein oder angeeignet werden.   |                 |                        |                          |                         |                          |  |
| 4                   | <b>Inhalte:</b><br><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Rechnernetze:</i><br>Die Vorlesung Rechnernetze behandelt konzeptionelle und technologische Grundlagen von Rechnernetzen/Internet; thematisch werden dabei die Ebenen 1-4 des ISO/OSI-Modells abgedeckt. Zusätzlich werden Ansätze und Werkzeuge zur quantitativen Untersuchung von Kommunikationsprotokollen behandelt. Die Vorlesung wird durch eine Tafelübung begleitet.<br>Die Veranstaltung lässt sich sehr gut mit der Veranstaltung Verteilte Systeme ergänzen.<br>Derzeit (Stand Mitte 2019) alterniert diese Veranstaltung mit der Vorlesung Verteilte Systeme. Rechnernetze ist für die Semester 19/20, 21/22, 23/24 usw. vorgesehen. |                 |                        |                          |                         |                          |  |
| 5                   | <b>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:</b><br>Absolventen der Lehrveranstaltung <ul style="list-style-type: none"> <li>• können die wesentlichen Aufgaben bei Konstruktion und Bau eines Rechnernetzes benennen und wesentliche Architekturansätze beschreiben;</li> <li>• können unterschiedliche Lösungen für ein Problem aufzählen, deren Vor- und Nachteile herausfinden und sich, gemäß der Anforderungen, für eine Lösung entscheiden;</li> <li>• Schwachstellen existierender Lösungen identifizieren und neue Kommunikationsprotokolle entwickeln und deren Leistungsfähigkeit bewerten.</li> </ul>  |                 |                        |                          |                         |                          |  |

## 2 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)   | Klausur oder mündliche Prüfung   | 90-120 Minuten<br>(bei Klausur)<br>bzw. 30 Minuten<br>(bei mündlicher Prüfung) | 100%                                |
| 7  | <b>Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:</b>  |  |                                     |
| zu   | <b>Form</b>  | <b>Dauer bzw. Umfang</b>   | <b>SL / QT</b>                      |
| a)   | schriftliche Übungsaufgaben oder Kleinprojekt  |  | SL                                  |
| Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Studienleistung konkret zu erbringen ist. |  |  |                                     |
| 8  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:</b><br>Bestehen 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>keine  |  |                                     |
| 12   | <b>Modulbeauftragte/r:</b><br>Prof. Dr. Lin Wang   |  |                                     |
| 13   | <b>Sonstige Hinweise:</b>  |  |                                     |

## 2.9.4 Basismodul Verteilte Systeme

| Verteilte Systeme |  |                 |                        |                          |                      |                          |  |
|-------------------|--|-----------------|------------------------|--------------------------|----------------------|--------------------------|--|
| Modulnummer:      | Workload (h):  | LP:             | Studiensem.:           | Turnus:                  | Dauer (in Sem.):     | Sprache:                 |  |
| M.079.05106       | 180  | 6               | 1./3. Semester         | Wintersemester           | 1                    | de                       |  |
| 1                 | <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.079.05503<br>Verteilte Systeme   | V3<br>Ü2,<br>WS | 75                     | 105                      | P                    | 100 (V),<br>30 (Ü)       |  |
| 2                 | <b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b><br>keine  |                 |                        |                          |                      |                          |  |
| 3                 | <b>Teilnahmevoraussetzungen:</b><br><i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Verteilte Systeme:</i><br>Empfohlen: Vorlesung Systemsoftware und systemnahe Programmierung. Oder alternativ entsprechende Kenntnisse zu Betriebssystemen und Systemsoftware.  |                 |                        |                          |                      |                          |  |
| 4                 | <b>Inhalte:</b><br><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Verteilte Systeme:</i><br>Diese Veranstaltung behandelt architekturelle, konzeptionelle und pragmatische Fragestellungen beim Entwurf, Einsatz und Betrieb von verteilten Systemen in der Informatik – Systeme, bei denen Daten oder Kontrollfunktionen nicht mehr an einem Ort konzentriert sind sondern die sich aus unabhängigen IT-Systemen zusammensetzen. Dabei wird der Systemaspekt betont; grundlegende algorithmische Fragestellungen werden ebenfalls behandelt. Zusätzlich werden Fragen der Leistungsbewertung und Verlässlichkeit behandelt.<br>Bemerkungen: Die Veranstaltung lässt sich sehr gut mit der Veranstaltung Rechnernetze ergänzen. Derzeit (Stand Mai 2019) alternieren diese beiden Veranstaltungen. Verteilte Systeme ist für die Semester 20/21, 22/23, 24/25 etc. vorgesehen. |                 |                        |                          |                      |                          |  |
| 5                 | <b>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:</b><br>Teilnehmer sind in der Lage,   |                 |                        |                          |                      |                          |  |

## 2 Basismodule

|    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• verteilte Systeme zur Erhöhung von Leistungsfähigkeit oder Fehlertoleranz zum Einsatz zu bringen und geeignet zu dimensionieren;</li> <li>• sie können geeignete Systemansätze (Client-Server, P2P, . . . ) benennen und situationsgerecht auswählen und diese Auswahl architekturell begründen;</li> <li>• sie haben algorithmische Problemstellungen für verteilte Systeme verstanden, können aus einer allgemeinen Problembeschreibung die zu lösenden algorithmische Aufgabe isolieren und eine begründete Wahl treffen.</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" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">zu</th> <th style="width: 50%;">Prüfungsform</th> <th style="width: 20%;">Dauer bzw. Umfang</th> <th style="width: 20%;">Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">a)</td> <td>schriftliche Übungsaufgaben oder Kleinprojekt</td> <td>90-120 Minuten (bei Klausur) bzw. 30 Minuten (bei mündlicher Prüfung)</td> <td style="text-align: center;">100%</td> </tr> </tbody> </table> | zu  | Prüfungsform                 | Dauer bzw. Umfang | Gewichtung für die Modulnote | a) | schriftliche Übungsaufgaben oder Kleinprojekt | 90-120 Minuten (bei Klausur) bzw. 30 Minuten (bei mündlicher Prüfung) | 100% |
| zu | Prüfungsform   | Dauer bzw. Umfang   | Gewichtung für die Modulnote |                   |                              |    |   |   |      |
| a) | schriftliche Übungsaufgaben oder Kleinprojekt  | 90-120 Minuten (bei Klausur) bzw. 30 Minuten (bei mündlicher Prüfung) | 100%                         |                   |                              |    |   |   |      |
| 7  | <p><b>Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">zu</th> <th style="width: 50%;">Form</th> <th style="width: 20%;">Dauer bzw. Umfang</th> <th style="width: 20%;">SL / QT</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">a)</td> <td>schriftliche Übungsaufgaben oder Kleinprojekt</td> <td></td> <td style="text-align: center;">SL</td> </tr> </tbody> </table> <p>Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Studienleistung bzw. qualifizierte Teilnahme konkret zu erbringen ist.</p>   | zu  | Form                         | Dauer bzw. Umfang | SL / QT                      | a) | schriftliche Übungsaufgaben oder Kleinprojekt |   | SL   |
| zu | Form   | Dauer bzw. Umfang   | SL / QT                      |                   |                              |    |   |   |      |
| a) | schriftliche Übungsaufgaben oder Kleinprojekt  |   | SL                           |                   |                              |    |   |   |      |
| 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>Prof. Dr. Holger Karl</p>   |   |                              |                   |                              |    |   |   |      |
| 13 | <p><b>Sonstige Hinweise:</b></p>   |   |                              |                   |                              |    |   |   |      |

## 2.9.5 Basismodul Computer Graphics Rendering

| Computer Graphics Rendering |   |                 |                        |                          |                      |                          |  |
|-----------------------------|---|-----------------|------------------------|--------------------------|----------------------|--------------------------|--|
| Modulnummer:                | Workload (h):   | LP:             | Studiensem.:           | Turnus:                  | Dauer (in Sem.):     | Sprache:                 |  |
| M.079.05107                 | 180   | 6               | 1./3. Semester         | Wintersemester           | 1                    | de                       |  |
| 1                           | <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)                          | K.079.22120<br>Computer Graphics Rendering  | V3<br>Ü2,<br>WS | 75                     | 105                      | P                    | 20-40                    |  |
| 2                           | <b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b><br>keine   |                 |                        |                          |                      |                          |  |
| 3                           | <b>Teilnahmevoraussetzungen:</b><br>keine / none  |                 |                        |                          |                      |                          |  |
| 4                           | <b>Inhalte:</b><br><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Computer Graphics Rendering:</i><br>Computergrafik wird oft als übergeordneter Begriff verwendet, um die Erzeugung und Manipulation von digitalen Bildern zu beschreiben. Sie ist das Fachgebiet, welche visuelle Kommunikation durch Berechnung ermöglicht. In diesem Modul geht es konkret um die Generierung von digitalen Bildern und Bildsequenzen aus (mathematisch beschriebenen) 3D Szenen. Dieser Prozess wird Rendering genannt. Durch moderne Hardware und neue informatische Methoden unterstützt, wird Echtzeit-Rendering immer komplexerer 3D Szenen möglich. Um Studierende auf diesen Weg zu führen, werden folgende Themen bearbeitet: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Geometrische Modellierung einer 3D Szene durch mathematische Beschreibungen, z.B. Punkte, Ebenen, Vektoren, Polyeder, oder gekrümmte Flächen.</li> <li>• Die moderne Rendering Pipeline mit Transformationen (Translation, Skalierung, Rotation, Projektion), lokaler Reflektion und Schattierung, Sichtbarkeit, Rasterung, Texturen und Antialiasing.</li> <li>• Fortgeschrittene Rendering Verfahren wie Scene Graph, Echtzeit-Schattenalgorithmen, Bildbasiertes Rendering (Image-Based Rendering), globale Reflexion, inkl. rekursives Raytracing, Radiosity, und andere Näherungen der Rendering Gleichung, Non-Photorealistic Rendering, oder Partikel Systeme. Eine moderne Shader-basierte API wird die Vorstellung der Algorithmen begleiten und den Studierenden Erfahrungen mit GPU Architekturen ermöglichen.</li> </ul> |                 |                        |                          |                      |                          |  |

## 2 Basismodule

|    |   |                                |                                   |                                     |
|----|---|--------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|
| 5  | <b>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:</b><br>Studierende vertiefen ihre mathematischen Kompetenzen in der Linearen Algebra (speziell: Vektorräume) und erwerben Kenntnisse zu Parameterdarstellungen von Kurven und Flächen. Sie erwerben ferner Wissen zu allen grundsätzlichen Algorithmen in der Computergrafik. Da Echtzeit-Grafik ein wichtiger Aspekt der Vorlesungen und Übungen ist, werden systemnahe Implementierungen auf GPUs mit modernen APIs erlernt und geübt. Damit wird auch die Basis zur Entwicklung einer Grafikeengine für die Spieleentwicklung gelegt. Außerdem werden in der Vorlesung Fähigkeiten und Kenntnisse vermittelt, die es den Studierenden erlauben einschlägige Grafiksyste-me zu benutzen und zu bewerten. |                                |                                   |                                     |
| 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 oder mündliche Prüfung | 90-120 Minuten bzw. 30-45 Minuten | 100%                                |
| 7  | <b>Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:</b>   |                                |                                   |                                     |
|    | zu  | <b>Form</b>                    | <b>Dauer bzw. Umfang</b>          | <b>SL / QT</b>                      |
|    | a)  | schriftliche Ausarbeitung      | 5-10 Seiten                       | SL                                  |
| 8  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:</b><br>Bestehen 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>keine   |                                |                                   |                                     |
| 12 | <b>Modulbeauftragte/r:</b><br>Dr.-Ing. Jens Pottebaum   |                                |                                   |                                     |
| 13 | <b>Sonstige Hinweise:</b><br>Die Veranstaltung Computer Graphics Rendering findet im Wintersemester 19/20 nicht statt!<br><i>Hinweise der Lehrveranstaltung Computer Graphics Rendering:</i><br>Die Veranstaltung findet in Wintersemester 20/21 nicht statt.   |                                |                                   |                                     |

## 2.9.6 Basismodul Grundlagen intelligenter Systeme

| Grundlagen intelligenter Systeme   |  |                 |                 |                   |                  |                    |  |
|------------------------------------|--|-----------------|-----------------|-------------------|------------------|--------------------|--|
| Foundations of intelligent systems |  |                 |                 |                   |                  |                    |  |
| Modulnummer:                       | Workload (h):  | LP:             | Studiensem.:    | Turnus:           | Dauer (in Sem.): | Sprache:           |  |
| M.079.05108                        | 180  | 6               | 1.-3. Semester  | Wintersemester    | 1                | de                 |  |
| 1                                  | <b>Modulstruktur:</b>  |                 |                 |                   |                  |                    |  |
|                                    | Lehrveranstaltung  | Lehrform        | Kontaktzeit (h) | Selbststudium (h) | Status (P/WP)    | Gruppengröße (TN)  |  |
| a)                                 | L.079.05600<br>Grundlagen Intelligenter Systeme  | V3<br>Ü2,<br>SS | 75              | 105               | P                | 120 (V),<br>30 (Ü) |  |
| 2                                  | <b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b><br>keine / none   |                 |                 |                   |                  |                    |  |
| 3                                  | <b>Teilnahmevoraussetzungen:</b><br>keine / none   |                 |                 |                   |                  |                    |  |
| 4                                  | <b>Inhalte:</b><br><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Grundlagen Intelligenter Systeme:</i><br>Intelligente Systeme sind Computersysteme, deren Verhalten durch Methoden und Algorithmen der Künstlichen Intelligenz (KI) gesteuert wird. Solche Systeme gewinnen kontinuierlich an Bedeutung, nicht nur auf wissenschaftlichen Ebene sondern auch im sozialen und gesellschaftlichen Kontext: Autonome oder teilautonome Systeme wie Serviceroboter, selbstfahrende PKWs oder medizinische Diagnosesysteme werden unser privates und berufliches Leben in absehbarer Zukunft tiefgreifend verändern. Diese Vorlesung gibt eine Einführung in Methoden und Konzepte der Künstlichen Intelligenz. Ein inhaltlicher Schwerpunkt liegt dabei auf Wissensbasierten Systemen im Sinne von Systemen, die mithilfe adäquater Ansätze zur Repräsentation und Verarbeitung von Wissen die Problemlösungskompetenz eines Fachexperten in einer bestimmten Anwendungsdomäne approximieren. Neben Methoden der Wissensrepräsentation und -verarbeitung gibt die Vorlesung auch einen Einblick in den automatisierten Erwerb von Wissen mithilfe maschineller Lernverfahren. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Komponenten wissensbasierter Systeme</li> <li>• Logische Grundlagen und Wissensrepräsentation</li> <li>• Regelbasierte Inferenz</li> <li>• Modellierung von Unsicherheit und Vagheit</li> <li>• Graphische Modelle und probabilistische Inferenz</li> <li>• Einführung in das Maschinelle Lernen</li> </ul> |                 |                 |                   |                  |                    |  |

## 2 Basismodule

|    |  |                     |                          |
|----|--|---------------------|--------------------------|
| 5  | <b>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:</b><br>Die Studierenden verstehen den Unterschied zwischen klassischen Softwaresystemen und wissensbasierten Systemen bzw. klassischer Programmierung und dem Entwurf wissensbasierter Systeme. Sie sind mit der Architektur wissensbasierter Systeme sowie grundlegenden Methoden und Techniken zum Entwurf solcher Systeme vertraut und können sie auf konkrete Probleme anwenden. Die Studierenden verstehen das Zusammenspiel von Wissen, Daten und Inferenz. |                     |                          |
| 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)   | Klausur             | 90-120 Minuten           |
| 7  | <b>Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:</b><br>keine / none  |                     |                          |
| 8  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:</b><br>Bestehen 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>keine  |                     |                          |
| 12 | <b>Modulbeauftragte/r:</b><br>Prof. Dr. Eyke Hüllermeier   |                     |                          |
| 13 | <b>Sonstige Hinweise:</b>  |                     |                          |

# 3 Vertiefungsrichtungsabhängige Wahlpflichtmodule

Alphabetische Auflistung der Module ohne erneute Aufführung der Basismodule.

## 3.1 Additive Fertigung

| Additive Fertigung     |   |                 |                 |                   |                  |                   |  |
|------------------------|---|-----------------|-----------------|-------------------|------------------|-------------------|--|
| Additive manufacturing |   |                 |                 |                   |                  |                   |  |
| Modulnummer:           | Workload (h):   | LP:             | Studiensem.:    | Turnus:           | Dauer (in Sem.): | Sprache:          |  |
| M.104.7300             | 240   | 8               | 1.-3. Semester  | Sommersemester    | 1                | de                |  |
| 1                      | <b>Modulstruktur:</b>   |                 |                 |                   |                  |                   |  |
|                        | Lehrveranstaltung   | Lehrform        | Kontaktzeit (h) | Selbststudium (h) | Status (P/WP)    | Gruppengröße (TN) |  |
| a)                     | L.104.32235<br>Additive Fertigung 1   | V2<br>Ü1,<br>SS | 45              | 75                | P                | 20-40             |  |
| b)                     | L.104.32237<br>Additive Fertigung 2   | V2<br>Ü1,<br>SS | 45              | 75                | P                | 20-40             |  |
| 2                      | <b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b><br>keine   |                 |                 |                   |                  |                   |  |
| 3                      | <b>Teilnahmevoraussetzungen:</b><br><i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Additive Fertigung 2:</i><br>Empfohlen: Besuch der Vorlesung Additive Fertigung 1 |                 |                 |                   |                  |                   |  |

|   |  |
|---|--|
| 4 | <p><b>Inhalte:</b></p> <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Additive Fertigung 1:</i></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Grundlagen der Additiven Fertigung<ul style="list-style-type: none"><li>• Klassierung von verschiedenen Verfahren</li><li>• Prinzipielle Prozesskette bei der AF</li><li>• Übersicht der wichtigsten Additiven Fertigungsverfahren</li></ul></li><li>2. Polymer-Lasersintern<ul style="list-style-type: none"><li>• Grundlagen</li><li>• Prozesskette</li><li>• Werkstoffe</li><li>• Bauteileigenschaften &amp; Qualitätssicherung</li></ul></li><li>3. Fused Deposition Modeling / Fused Filament Fabrication<ul style="list-style-type: none"><li>• Grundlagen</li><li>• Prozesskette</li><li>• Werkstoffe</li><li>• Bauteileigenschaften &amp; Qualitätssicherung</li></ul></li><li>4. Metall-Laserschmelzen<ul style="list-style-type: none"><li>• Grundlagen</li><li>• Prozesskette</li><li>• Werkstoffe</li><li>• Bauteileigenschaften &amp; Qualitätssicherung</li></ul></li><li>5. Elektronenstrahlschmelzen</li></ol> <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Additive Fertigung 2:</i></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Konstruktionsrichtlinien für die Additive Fertigung</li><li>2. Produkt- und Topologieoptimierung</li><li>3. Weitere Additive Fertigungsverfahren<ul style="list-style-type: none"><li>• Arburg Kunststoff Freiformen (AKF)</li><li>• Stereolithographie</li><li>• Binder- / Absorber-Verfahren</li><li>• Polyjet-Verfahren</li><li>• Metall-Filamentdruck</li><li>• Metall-Auftragsschweißen</li><li>• Additive Herstellung von keramischen Bauteilen</li><li>• Sonstige Verfahren</li></ul></li><li>4. Wirtschaftlichkeit und Supply Chain</li><li>5. Qualitätsmanagement</li><li>6. Produktschutz und rechtliche Aspekte</li><li>7. Standards &amp; Richtlinien</li><li>8. Arbeitssicherheit</li></ol> |
|---|--|

### 3 Vertiefungsrichtungsabhängige Wahlpflichtmodule

|    |  |                                |  |                                     |
|----|--|--------------------------------|--|-------------------------------------|
| 5  | <b>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:</b><br><p>Die Studierenden haben einen Überblick über die Vielzahl unterschiedlicher Additiver Fertigungsverfahren, kennen deren spezifische Stärken und Schwächen und können die jeweilige Anwendbarkeit für gegebene Problemstellungen kritisch bewerten. Die Studierenden haben insbesondere ein vertieftes Verständnis für die wichtigsten Additiven Fertigungsverfahren Lasersintern, FDM, Laserschmelzen und Elektronenstrahlschmelzen. Sie sind in der Lage, jeweils die gesamte Prozesskette zu verstehen und die jeweils erzielbaren Eigenschaften daraus abzuleiten. Ferner kennen die Studierenden die wichtigsten Konstruktionsrichtlinien und verstehen, wie sie diese auf neue oder weiterentwickelte Verfahren übertragen können. Sie sind insbesondere in der Lage, diese Richtlinien zu nutzen, um Bauteile zu konstruieren, die effizient und kostengünstig additiv gefertigt werden können. Die Studierenden kennen die wesentlichen Elemente, die die Wirtschaftlichkeit der AF sowie die gesamte Supply Chain bestimmen und können diese auf neue Problemstellungen anwenden. Sie haben ein fundiertes Wissen über die spezifischen Anforderungen des Qualitätsmanagements im Bereich AF. Weiterhin haben sie einen Überblick über wichtige rechtliche Aspekte der AF sowie über bestehende Standards und Richtlinien sowie deren Bedeutung. Außerdem kennen die Studierenden die spezifischen Aspekte der Af, welche die Arbeitssicherheit betreffen und können daraus die notwendigen Maßnahmen bei der AF ableiten.</p> |                                |  |                                     |
| 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 Chemieingenieurwesen, Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau   |                                |  |                                     |
| 12 | <b>Modulbeauftragte/r:</b><br>Prof. Dr. Hans-Joachim Schmid  |                                |  |                                     |
| 13 | <b>Sonstige Hinweise:</b>  |                                |  |                                     |

### 3.2 Angewandte Mathematik in der Verfahrenstechnik

| Angewandte Mathematik in der Verfahrenstechnik |  |                 |                 |                   |                  |                   |  |
|--|--|-----------------|-----------------|-------------------|------------------|-------------------|--|
| Applied mathematics in process engineering     |  |                 |                 |                   |                  |                   |  |
| Modulnummer:                                   | Workload (h):  | LP:             | Studiensem.:    | Turnus:           | Dauer (in Sem.): | Sprache:          |  |
| M.104.7301                                     | 240  | 8               | 1.-3. Semester  | Wintersemester    | 1                | de                |  |
| 1  | <b>Modulstruktur:</b>  |                 |                 |                   |                  |                   |  |
|  | Lehrveranstaltung  | Lehrform        | Kontaktzeit (h) | Selbststudium (h) | Status (P/WP)    | Gruppengröße (TN) |  |
| a)   | L.104.32221<br>Statistische Methoden der Verfahrenstechnik   | V2<br>Ü1,<br>WS | 45              | 75                | P                | 20-40             |  |
| b)   | L.104.31290<br>Rechnergestützte Modellierung in der Fluidverfahrenstechnik                           | V2<br>Ü1,<br>WS | 45              | 75                | P                | 20-40             |  |
| 2  | <b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b><br>keine  |                 |                 |                   |                  |                   |  |
| 3  | <b>Teilnahmevoraussetzungen:</b><br>Empfohlen: Mathe 1, Mathe 2, Numerik, Wärme- u. Stoffübertragung |                 |                 |                   |                  |                   |  |

### 3 Vertiefungsrichtungsabhängige Wahlpflichtmodule

4

#### **Inhalte:**

*Inhalte der Lehrveranstaltung Statistische Methoden der Verfahrenstechnik:*

1. Relative Häufigkeit
  - bei einer Eigenschaft
  - bei mehreren Eigenschaften
  - Darstellung von Häufigkeitsverteilungen
2. Wahrscheinlichkeit
  - Axiome
  - Rechnen mit Wahrscheinlichkeiten
  - Wahrscheinlichkeitsverteilungen (einer, mehrerer Zufallsvariablen)
  - Erwartungswerte und Varianzen
3. Spezielle Wahrscheinlichkeitsverteilungen
  - Binomialverteilung
  - Poissonverteilung
  - Normalverteilung
  - Chi-Quadrat-Verteilung
  - Studentverteilung
4. Konfidenzintervalle für Verteilungsparameter
5. Statistische Prüfverfahren als Grundlage für Entscheidungen
  - Testen von Hypothesen
  - Fehler 1. und 2. Art
6. Regression und Korrelation
  - Lineare Regression
  - Nichtlineare Regression
  - Korrelation

*Inhalte der Lehrveranstaltung Rechnergestützte Modellierung in der Fluidverfahrenstechnik:*

- Bilanzgleichungen
- Gleichungssysteme
- Differenzierungsschemata und Bedeutung von Randbedingungen
- Stoff- und Wärmetransport
- Kinetiken, Kühlbilanzen und Stromführung
- Indexproblem
- 1D, 2D und 3D Modelle
- stationäre und dynamische Modellierung
- Gleichgewichtsstufenmodelle

### 3 Vertiefungsrichtungsabhängige Wahlpflichtmodule

| 5          | <p><b>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:</b></p> <p>In der industriellen Massenfertigung, beim Umgang mit partikulären Stoffen jeder Art sowie bei der Darstellung von Messergebnissen ist die beschreibende und beurteilende Statistik von essenzieller Bedeutung. Sie wird zur Versuchsplanung, zur Quantifizierung der Streuungen von Messdaten, zur Erfassung von Qualitätsmerkmalen einer Produktionslinie und zur Beschreibung zufälliger Prozesse genutzt. Die Studierenden sind in der Lage, für praktische Probleme eine adäquate stochastische Modellierung zu erstellen und auf dieser Basis die hierfür notwendigen statistischen und weiteren mathematischen Methoden für die Simulation und Berechnung auszuwählen und zielführend einzusetzen. Die Studierenden kennen die wesentlichen Modellierungs- und Simulationsmethoden, die für die Beschreibung und Auslegung fluidverfahrenstechnischer Apparate und Prozesse heute verwendet werden. Sie verstehen die komplementären Modellierungsmethoden mit ihren unterschiedlichen Modellierungstiefen und verfügen über das Wissen, diese Methoden fallgerecht und passend einzusetzen. Sie sind weiterhin in der Lage, die erworbenen Kenntnisse und Vorgehensweisen auf spezifische Problemstellungen mit Hilfe von Simulationssoftware erfolgreich und zügig anzuwenden.</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" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">zu</th> <th style="text-align: center;">Prüfungsform</th> <th style="text-align: center;">Dauer bzw. Umfang</th> <th style="text-align: center;">Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">a) -<br/>b)</td> <td>Klausur oder mündliche Prüfung</td> <td style="text-align: center;">180 - 240 Minuten oder 45 - 60 Minuten</td> <td style="text-align: center;">100%</td> </tr> </tbody> </table> <p>In der Prüfung sollen die Studierenden für exemplarische Problemstellungen die zugrundeliegenden Elementarprozesse 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% |
| 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 Chemieingenieurwesen</p>  |  |                              |                   |                              |            |                                |  |      |
| 12         | <p><b>Modulbeauftragte/r:</b></p> <p>Prof. Dr. Hans-Joachim Schmid, Prof. Dr.-Ing. Julia Riese</p>   |  |                              |                   |                              |            |                                |  |      |
| 13         | <p><b>Sonstige Hinweise:</b></p>   |  |                              |                   |                              |            |                                |  |      |

### 3.3 Angewandtes Produktionsmanagement

| Angewandtes Produktionsmanagement |  |                 |                 |                   |                  |                   |  |
|-----------------------------------|--|-----------------|-----------------|-------------------|------------------|-------------------|--|
| Applied production management     |  |                 |                 |                   |                  |                   |  |
| Modulnummer:                      | Workload (h):  | LP:             | Studiensem.:    | Turnus:           | Dauer (in Sem.): | Sprache:          |  |
| M.104.7302                        | 240  | 8               | 1.-3. Semester  | Sommersemester    | 1                | de                |  |
| 1                                 | <b>Modulstruktur:</b>  |                 |                 |                   |                  |                   |  |
|                                   | Lehrveranstaltung  | Lehrform        | Kontaktzeit (h) | Selbststudium (h) | Status (P/WP)    | Gruppengröße (TN) |  |
| a)                                | L.104.24760<br>Innovationslabor Fertigungstechnik  | V2<br>Ü1,<br>SS | 45              | 75                | P                | 10-20             |  |
| b)                                | L.104.51480<br>Angewandte Produktionstechnik   | S3,<br>SS       | 45              | 75                | P                | 10-20             |  |
| 2                                 | <b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b><br>keine  |                 |                 |                   |                  |                   |  |
| 3                                 | <b>Teilnahmevoraussetzungen:</b><br>Empfohlen: Anwendungsgrundlagen<br><i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Angewandte Produktionstechnik:</i><br>Empfohlen wird die LV "Digitale und Virtuelle Produktentstehung", insbes. Teil 2.<br><i>Prerequisites of course Angewandte Produktionstechnik:</i><br>Recommended: Module "Digital and Virtual Product Creation", esp. part 2.  |                 |                 |                   |                  |                   |  |
| 4                                 | <b>Inhalte:</b><br><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Innovationslabor Fertigungstechnik:</i><br>Innovationslabor Fertigungstechnik: In dieser Lehrveranstaltung bearbeiten die Studierenden in Kleingruppen praktische fertigungstechnische Aufgabenstellungen. Diese behandeln Aspekte innovativer Fertigungstechnologien, beispielsweise im Bereich hybrider Werkstoffe, inkrementeller Umformverfahren oder der Optimierung von neuartigen Fertigungsprozessen. Dabei werden mittels geeigneter Methoden Lösungsansätze erarbeitet, analysiert und bewertet. Hierzu steht eine Laborumgebung mit umfangreicher Mess- und Fertigungstechnik zur Durchführung und Auswertung zahlreicher Versuchsreihen zur Verfügung. Anschließend wird die vielversprechendste Lösung umgesetzt und die Ergebnisse, auch zu den festgelegten Meilensteinen, präsentiert. |                 |                 |                   |                  |                   |  |

### 3 Vertiefungsrichtungsabhängige Wahlpflichtmodule

#### *Inhalte der Lehrveranstaltung Angewandte Produktionstechnik:*

In der Lehrveranstaltung werden aktuelle Projekte der Produktions- und Automatisierungstechnik anhand von Beispielen mechatronischer Produkte behandelt. Dazu steht eine Industrie 4.0-Laborumgebung u.a. mit spannender Fertigung, 3D-Druck, Robotik, Materialflusssystem und manueller Montagelinie zur Verfügung. Nach einer ersten Phase verstehen Studierende die notwendigen praktischen Grundlagen und können diese an Beispielen erläutern. Anschließend wenden Teilnehmerinnen *das erlernte Wissen in einer Aufgabe innerhalb aktueller Problemstellungen der Forschung praktisch an. Neben der dadurch entwickelten Fachkompetenz erwerben die Teilnehmerinnen praktische Erfahrungen bezüglich Projektmanagement, Präsentationstechnik sowie Gruppenarbeit. Die Aufgaben behandeln in der Regel eines oder mehrere der folgenden Themen:*

- Lean Production
- Produktionsplanung und -steuerung
- NC-Programmierung
- Robotertechnik
- Steuerungsprogrammierung
- Produktionssystementwicklung
- Ablaufsimulation

#### *Contents of the course Angewandte Produktionstechnik:*

In this course, current projects in production and automation technology are discussed using examples of mechatronic products. An industry 4.0 laboratory environment is available for this purpose, including machining, 3D printing, robotics and material flow systems. After an initial phase, students will understand the necessary practical basics and will be able to explain them using examples. Subsequently, a task within the context of current research issues is set. This contains one or more of the topics mentioned below. Participants apply production and automation technology in practice in the course. In addition to the professional competence developed in this way, they gain practical experience with regard to project management, presentation techniques as well as group work and team skills. The tasks usually deal with one or more of the following topics:

- Lean Production
- Production planning and control
- NC programming
- Robotics
- Control programming
- Production system development
- Process simulation

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

Die Studierenden können praxisrelevante themenübergreifende Fragestellungen im Bereich Fertigungstechnik/Produktionstechnik strukturiert erkennen, analysieren, bearbeiten und lösen. Weiterhin lernen die Studierenden interdisziplinär im Team zusammenzuarbeiten, sich selbständig zu organisieren sowie die erarbeiteten Lösungsansätze zu charakterisieren, bewerten und entsprechend umzusetzen. Kompetenzen werden insbesondere im Bereich der Durchführung von Versuchen und der anschließenden messtechnischen Auswertung erworben. Weiterhin sind die Studierenden in der Lage, die erarbeiteten Lösungswege und Ergebnisse zu präsentieren und argumentieren.

### 3 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> | <b>Gewichtung für die Modulnote</b> |
|    | a) -<br>b)   | Protokoll, Abschlussgespräch |                          | 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. Werner Homberg  |                              |                          |                                     |
| 13 | <b>Sonstige Hinweise:</b>  |                              |                          |                                     |

### 3.4 Angewandte Strömungsmechanik

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

4 **Inhalte:**

*Inhalte der Lehrveranstaltung Rheologie:*

Der Begriff Rheologie setzt sich aus dem griechischen "rheos", Fließen, und "logos", Lehre. Das Fachgebiet befasst sich mit Fließprozessen aller Art sowohl auf mikroskopischer als auch auf makroskopischer Ebene. Das grundlegende Ziel ist das Verständnis der Fließprozesse um Vorhersagen treffen zu können und die gezielte Manipulation möglich zu machen. Anwendungsmöglichkeiten finden sich in vielen industriellen und wissenschaftlichen Gebieten wie im Pharma- und Kosmetikbereich (z.B. Dosierung und Hautgefühl von Salben und Cremes), im Lebensmittelbereich (z.B. Stabilität von Bierschaum oder Mundgefühl), Kunststofftechnikbereich (z.B. Fließverhalten von Schmelzen), Im Bauingenieursbereich (z.B. Formfüllung von Betonen). In der Vorlesung werden nachfolgende Bereiche der Rheologie möglichst praxisnah vermittelt:

- Grundlegende Beschreibungsmöglichkeiten des Rheologischen Verhaltens
- Grundlegende Fließfunktionen zur mathematischen und physikalischen Beschreibung der rheologischen Eigenschaften in realen Fließsituationen
- Entwicklung der allgemeinen Abhängigkeitsbeziehungen für rheologische Grundgrößen (z.B. Temperatur- und Druckfunktionen)
- Rheologische Grundkörper zur Modellierung von Fließfunktionen (z.B. Newton-, Hook-, St.Venant- und Maxwellkörper)
- Rotationsrheometrie (Koaxial- und Rotationssysteme)
- Kapillarrheometrie (Niederdruck- und Hochdruckrheometrie)
- Methoden zur Messung viskoelastischer Größen (Zeitabhängigkeit, Schwingungsrheometrie)
- Einführung in die Dehnrheometrie
- Einführung in die Datenverarbeitung und Approximation
- Suspensions- und Emulsionsrheologie

### 3 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>   |

### 3 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> | <b>Gewichtung für die Modulnote</b> |
| a)  | Klausur oder mündliche Prüfung   |                          | s.u.                                |
| b)  | Klausur oder mündliche Prüfung   |                          | s.u.                                |
| c)  | Gesamtheit der Versuche  |                          | s.u.                                |
| <p>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.</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, Prof. Dr.-Ing. Julia Riese  |                          |                                     |
| 13  | <b>Sonstige Hinweise:</b>  |                          |                                     |

### 3.5 Anwendungsfelder der Regelungs- und Automatisierungstechnik

| Anwendungsfelder der Regelungs- und Automatisierungstechnik |   |                 |                 |                   |                  |                   |  |
|---|---|-----------------|-----------------|-------------------|------------------|-------------------|--|
| Application fields of automatic control                     |   |                 |                 |                   |                  |                   |  |
| Modulnummer:  | Workload (h):   | LP:             | Studiensem.:    | Turnus:           | Dauer (in Sem.): | Sprache:          |  |
| M.104.7323  | 240   | 8               | 3. Semester     | Wintersemester    | 1                | de                |  |
| 1   | <b>Modulstruktur:</b>   |                 |                 |                   |                  |                   |  |
|   | Lehrveranstaltung   | Lehrform        | Kontaktzeit (h) | Selbststudium (h) | Status (P/WP)    | Gruppengröße (TN) |  |
| a)  | L.104.52236<br>Robotersysteme   | VÜ2,<br>WS      | 36              | 24                | P                | 30                |  |
| b)  | L.104.52241<br>Hydraulische Systeme in der Mechatronik  | V2<br>Ü1,<br>WS | 45              | 45                | P                | 30                |  |
| c)  | L.104.52511<br>Laborpraktikum Regelungs-<br>technik   | P2,<br>WS       | 32              | 58                | P                | 30                |  |
| 2   | <b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b><br>keine   |                 |                 |                   |                  |                   |  |
| 3   | <b>Teilnahmevoraussetzungen:</b><br>Zwingend: Modul "Moderne Methoden der Regelungstechnik 1" erfolgreich bestanden.<br>Empfohlen: Matlab/Simulink in der Mechatronik |                 |                 |                   |                  |                   |  |

### 3 Vertiefungsrichtungsabhängige Wahlpflichtmodule

|   |  |
|---|--|
| 4 | <p><b>Inhalte:</b></p> <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Robotersysteme:</i></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Einführung</li><li>• Definition eines Industrieroboters und Begriffsbildung</li><li>• Anwendungsfelder</li><li>• Aufbau und Funktionsweise von Industrierobotern</li><li>• Einteilung und Unterscheidung von Robotern</li><li>• Komponenten und Teilsysteme eines Roboters</li><li>• Bauformen von Industrierobotern</li><li>• Roboterkinematik</li><li>• Roboterkinematiken und deren spezifischen Einsatzgebiete</li><li>• Koordinatensysteme, Koordinatentransformationen</li><li>• Steuerungssysteme</li><li>• Grundlegende Programmierweise von Industrierobotern</li><li>• Grundlegende Funktionsweise des Steuerungssystems</li><li>• Steuerungsarten, Einführung Robotersimulation</li><li>• Aufbau einer Roboterzelle</li><li>• Auslegung von Roboterzellen</li><li>• Sicherheit im Umgang mit Industrierobotern</li><li>• Funktion und Wirtschaftlichkeit</li><li>• Einführung kollaborierender Betrieb</li></ul> <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Hydraulische Systeme in der Mechatronik:</i></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Einführung in die Ölhydraulik</li><li>• Druckflüssigkeiten</li><li>• Hydraulische Komponenten zur Energieumformung</li><li>• Hydraulische Komponenten zur Energie- und Leistungssteuerung</li><li>• Hydraulische Komponenten zur Energieübertragung und Zubehör</li><li>• Anwendungsbeispiele</li><li>• Mechatronischer Entwurf hydraulischer Systeme</li><li>• Mobilhydraulik</li></ul> <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Laborpraktikum Regelungstechnik:</i></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Insgesamt 9 Laborversuche zu unterschiedlichen Reglerentwurfsverfahren</li></ul> |
| 5 | <p><b>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:</b></p> <p>Robotersysteme: Die Studierenden kennen die Grundlagen zur Robotik, d.h. Aufbau und Funktionsweise eines Robotersystems, und überblicken die Einsatzfelder von Industrierobotern. Sie verstehen die wesentlichen Roboterkinematiken aus dem industriellen Umfeld sowie deren kinematische Gleichungen zur Koordinatentransformation und können diese problemspezifisch einsetzen. Ferner haben sie Kenntnisse über die grundsätzlichen Steuerungs- und Programmierfunktionen von Industrierobotern und können damit einfache Praxisbeispiele lösen. Sie verstehen das Zusammenwirken von Steuerung und Aktorik sowie die kontrollierte Bewegung von Werkzeugen und Werkstücken und können dieses zur Auslegung von Industrierobotern und Roboterzellen anwenden.</p>  |

### 3 Vertiefungsrichtungsabhängige Wahlpflichtmodule

|    | <p>Hydraulische Systeme in der Mechatronik: Die Studierenden kennen die Grundlagen der Ölhydraulik, können hydraulische Aggregate modellieren und am Rechner analysieren und auslegen. Sie verfügen über ein ganzheitliches Verständnis heutiger hydraulischer Anlagen und Systeme einschließlich der Informationsverarbeitung und sind in der Lage, die erworbenen Kenntnisse und Vorgehensweisen auf spezifische Problemstellungen anzuwenden und diese erfolgreich zu lösen.</p> <p>Laborpraktikum Regelungstechnik In Versuchen lösen die Studierenden selbständig in Kleingruppen praktische regelungstechnische Aufgabenstellungen. Sie setzen hierbei die in den regelungstechnischen Lehrveranstaltungen erlernten Verfahren ein und beurteilen die damit erreichten Ergebnisse.</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 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>mündliche Prüfung</td> <td></td> <td>25%</td> </tr> <tr> <td>b)</td> <td>mündliche Prüfung</td> <td></td> <td>37,5%</td> </tr> <tr> <td>c)</td> <td>Gesamtheit aller Versuche / Praktikumsbeurteilung</td> <td></td> <td>37.5%</td> </tr> </tbody> </table> <p>In der Prüfung sollen die Studierenden für exemplarische Problemstellungen die zugrundeliegenden Elementarprozesse erläutern sowie geeignete Verfahren und Apparate auswählen und grundlegend auslegen. Die Veranstaltungen a)-b) werden in zwei Einzelprüfungen (mündliche Prüfung) geprüft und mit 62,5% für die Modulnote gewichtet. [Veranstaltung a) mit 25% und Veranstaltung b) mit 37,5 %] In der Veranstaltung c) (Laborpraktikum) werden semesterbegleitende Praktika gemacht, in denen Versuchsprotokolle anzufertigen sind. Die Prüfungsleistung ergibt sich aus der Gesamtheit aller durchzuführenden Versuche und wird mit 37,5 % in der Modulnote gewichtet. Die genauen Prüfungsmodalitäten werden zu Beginn des Semesters bekannt gegeben.</p> | zu                | Prüfungsform                 | Dauer bzw. Umfang | Gewichtung für die Modulnote | a) | mündliche Prüfung |  | 25% | b) | mündliche Prüfung |  | 37,5% | c) | Gesamtheit aller Versuche / Praktikumsbeurteilung |  | 37.5% |
| zu | Prüfungsform  | Dauer bzw. Umfang | Gewichtung für die Modulnote |                   |                              |    |                   |  |     |    |                   |  |       |    |   |  |       |
| a) | mündliche Prüfung   |                   | 25%                          |                   |                              |    |                   |  |     |    |                   |  |       |    |   |  |       |
| b) | mündliche Prüfung   |                   | 37,5%                        |                   |                              |    |                   |  |     |    |                   |  |       |    |   |  |       |
| c) | Gesamtheit aller Versuche / Praktikumsbeurteilung   |                   | 37.5%                        |                   |                              |    |                   |  |     |    |                   |  |       |    |   |  |       |
| 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 Modulprüfung 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 Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau</p>   |                   |                              |                   |                              |    |                   |  |     |    |                   |  |       |    |   |  |       |
| 12 | <p><b>Modulbeauftragte/r:</b></p> <p>Prof. Dr. Ansgar Trächtler</p>   |                   |                              |                   |                              |    |                   |  |     |    |                   |  |       |    |   |  |       |
| 13 | <p><b>Sonstige Hinweise:</b></p>  |                   |                              |                   |                              |    |                   |  |     |    |                   |  |       |    |   |  |       |

### 3.6 Automatisierungstechnik und Digitale Regelungen

| Automatisierungstechnik und Digitale Regelungen (MB Ma) |  |                 |                 |                   |                  |                   |  |
|---|--|-----------------|-----------------|-------------------|------------------|-------------------|--|
| Automation and digital control                          |  |                 |                 |                   |                  |                   |  |
| Modulnummer:  | Workload (h):  | LP:             | Studiensem.:    | Turnus:           | Dauer (in Sem.): | Sprache:          |  |
| M.104.4310  | 240  | 8               | 2. Semester     | Sommersemester    | 1                | de                |  |
| 1   | <b>Modulstruktur:</b>  |                 |                 |                   |                  |                   |  |
|   | Lehrveranstaltung  | Lehrform        | Kontaktzeit (h) | Selbststudium (h) | Status (P/WP)    | Gruppengröße (TN) |  |
| a)  | L.104.52255<br>Automatisierungstechnik   | V2<br>Ü1,<br>SS | 45              | 75                | P                | 20 - 40           |  |
| b)  | L.104.52250<br>Digitale Regelungen   | V2<br>Ü1,<br>SS | 45              | 75                | P                | 20 - 40           |  |
| 2   | <b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b><br>keine  |                 |                 |                   |                  |                   |  |
| 3   | <b>Teilnahmevoraussetzungen:</b><br>Empfohlen: Kenntnisse, wie sie in den Veranstaltungen Grundlagen der Mechatronik und Systemtechnik, Regelungstechnik, Matlab/Simulink in der Mechatronik, Mathematik, Technische Mechanik vermittelt werden.<br><i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Digitale Regelungen:</i><br>Regelungstechnik<br><i>Prerequisites of course Digitale Regelungen:</i><br>control engineering   |                 |                 |                   |                  |                   |  |
| 4   | <b>Inhalte:</b><br><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Automatisierungstechnik:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in Automatisierungssysteme (Begriffsbildung, struktureller Aufbau, Beispiele)</li> <li>• Steuerungstechnik (Modellierung mit Boolescher Algebra, endlichen Automaten und Petri-Netzen, Vorgehensmodell zum Steuerungsentwurf)</li> <li>• Prozessleitsysteme (Steuerungstopologien, Elemente einer Industriesteuerung, SPS-Programmierung nach IEC 61131-3, Datenbussysteme)</li> <li>• Projektierung von automatisierungstechnischen Lösungen und Auslegung von Automatisierungssystemen</li> </ul> |                 |                 |                   |                  |                   |  |

### 3 Vertiefungsrichtungsabhängige Wahlpflichtmodule

|            |  | <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Digitale Regelungen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Arbeitsweise einer digitalen Regelung</li> <li>• Synthese digitaler Regler</li> <li>• Realisierung auf Digitalrechnern (Diskretisierung, Simulationstechniken, Codegenerierung, Aliasing)</li> <li>• Mathematische Methoden (z-Transformation, Abtast-Halte-Glied , Frequenzgang diskreter System, Spektrum)</li> <li>• Digitale Filter (rekursive und nichtrekursive Filter, phasenfreie Messung einer Geschwindigkeit)</li> <li>• Rechentechnik (Kodierung und Arithmetik von Zahlen, Quantisierung, Skalierung von diskreten Reglern)</li> </ul> <p><i>Contents of the course Digitale Regelungen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mode of operation of a digital control system</li> <li>• Synthesis of digital controls</li> <li>• Realization on digital computers (discretization, simulation techniques, code generation, aliasing)</li> <li>• Mathematical methods (z-transformation, sample-hold element, frequency response of discrete system, spectrum)</li> <li>• Digital filters (recursive and non-recursive filters, phase-free measurement of velocity)</li> <li>• computing technology (coding and arithmetic of numbers, quantization, scaling of discrete controllers)</li> </ul> |                              |                   |                              |            |                                |  |      |
|------------|--|---|------------------------------|-------------------|------------------------------|------------|--------------------------------|--|------|
| 5          | <p><b>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:</b></p> <p>Automatisierungstechnik Die Studierenden kennen die Grundlagen, Aufbau und Funktion von industriellen Automatisierungssystemen und deren Anwendung in der industriellen Produktion. Sie sind in der Lage, Steuerungen zu entwerfen und in einer Programmierumgebung zu implementieren. Ferner werden sie befähigt, Automatisierungslösungen zu projektieren und auszulegen.</p> <p>Digitale Regelungen Die Studierenden kennen die Grundlagen digitaler Signalverarbeitungssysteme und sind in der Lage, digitale Regelungen zu entwerfen. Außerdem kennen die spezifischen Besonderheiten und Effekte digitaler Echtzeitsysteme und können diese bei der Regelung, Messwerterfassung und Analyse berücksichtigen und Maßnahmen treffen, um negative Effekte wie z. B. Aliasing zu vermeiden.</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" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 10px;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%; text-align: center;">zu</th> <th style="width: 50%; text-align: center;">Prüfungsform</th> <th style="width: 20%; text-align: center;">Dauer bzw. Umfang</th> <th style="width: 20%; text-align: center;">Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">a) -<br/>b)</td> <td style="text-align: center;">Klausur oder mündliche Prüfung</td> <td style="text-align: center;">180 - 240 Minuten oder 45 - 60 Minuten</td> <td style="text-align: center;">100%</td> </tr> </tbody> </table> <p>In der Prüfung sollen die Studierenden die wesentlichen Zusammenhänge automatisierungstechnischer sowie diskreter Systeme erläutern für exemplarische Beispiele eine Auslegung durchführen.</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%                         |                   |                              |            |                                |  |      |

### 3 Vertiefungsrichtungsabhängige 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>keine   |
| 12 | <b>Modulbeauftragte/r:</b><br>Prof. Dr. Ansgar Trächtler  |
| 13 | <b>Sonstige Hinweise:</b><br>Dieses Bachelormodul kann im Master Maschinenbau als Vertiefungsrichtungsspezifisches Wahlpflichtmodul gewählt werden, aber ausschließlich in der Vertiefungsrichtung Ingenieurinformatik. |

### 3.7 Bauteilgestaltung und –berechnung

| <b>Bauteilgestaltung und -berechnung (MA)</b> |   |                 |                        |                          |                         |                          |  |
|---|---|-----------------|------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|--|
| Design and computation of component parts     |   |                 |                        |                          |                         |                          |  |
| <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.104.4250                                    | 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.104.14250<br>Konstruktive Gestaltung  | V2<br>Ü1,<br>WS | 45                     | 75                       | P                       | 30-60                    |  |
| b)  | L.104.13241<br>Numerische Methoden in der Produktentwicklung 1  | V2<br>Ü1,<br>WS | 45                     | 75                       | P                       | 30-60                    |  |
| 2   | <b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b><br>keine   |                 |                        |                          |                         |                          |  |
| 3   | <b>Teilnahmevoraussetzungen:</b><br>Empfohlen: Technische Darstellung, Grundkenntnisse in Maschinenelemente, Technischer Mechanik und Mathematik  |                 |                        |                          |                         |                          |  |
| 4   | <b>Inhalte:</b><br><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Konstruktive Gestaltung:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen</li> <li>• Gestaltungsprinzipien</li> <li>• Beanspruchungsgerechte Gestaltung</li> <li>• Fertigungsgerechte Gestaltung</li> <li>• Gestaltung für Additive Fertigungsverfahren</li> <li>• Montagegerechte Gestaltung</li> </ul> |                 |                        |                          |                         |                          |  |

### 3 Vertiefungsrichtungsabhängige Wahlpflichtmodule

#### *Inhalte der Lehrveranstaltung Numerische Methoden in der Produktentwicklung 1:*

- Numerische Methoden (NM) bei elastischen Stabwerken, Balkentragwerken und ebenen Elastizitätsprobleme
- Elementtypen, Elementeigenschaften, Elementsteifigkeitsmatrizen sowie Element- und Systemsteifigkeitsbeziehungen
- Anfangsspannungen, Anfangsdehnungen und verteilte Lasten, äquivalente Knotenpunktlasten
- Knotenpunktkoordinaten, Starrkörper- und kinematische Freiheitsgrade, Elementlasten
- NM-Modellbildung, NM-Diskretisierung, NM-Netzeigenschaften
- Anwendungen der NM bei Verformungs- und Spannungsanalysen

#### *Contents of the course Konstruktive Gestaltung:*

- Fundamentals
- principles of design
- stress oriented design
- manufacturing oriented design
- design for additive manufacturing processes
- mounting oriented design

#### *Contents of the course Numerische Methoden in der Produktentwicklung 1:*

- Numerical methods (NM) for elastic truss, beam systems and plane problems of elasticity
- Element types, element properties, element stiffness matrices and element and system stiffness relation
- Initial stress and strain, distributed loads and equivalent node loads
- Nodal point coordinates, rigid body and kinematical degrees of freedom, distributed element loads
- NM-modelling, NM-discretisation, NM-mesh properties
- Application of the NM to plane problems of stress and strain analysis

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

Die Studierenden sind in der Lage, Prinziplösungen unter Berücksichtigung der wesentlichen Randbedingungen in eine räumlich-stoffliche Struktur zu überführen und diese robust herstellbar zu gestalten. Sie haben das "Handwerkszeug" der konstruktiven Gestaltung verinnerlicht und können dieses für Entwicklung erfolgreiche Produkte anwenden. Weiterhin beherrschen die Studierenden die Grundlagen der Numerischen Methoden (NM) ingenieurmäßig anhand strukturmechanischer Fragestellungen. Sie sind befähigt die Anwendung der NM mit Hilfe eines in der Ingenieurpraxis bewährten FE-Programmsystems umzusetzen und kennen zudem die Möglichkeiten und Grenzen der NM. So können sie die Methode sinnvoll anwenden und Analyseergebnisse kritisch bewerten.

### 3 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>               | <b>Gewichtung für die Modulnote</b> |
| a) -<br>b)  | Klausur oder mündliche Prüfung   | 120 - 150 Minuten oder 45 - 60 Minuten | 100%                                |
| In der Prüfung sollen die Studierenden die wesentlichen Grundlagen zur konstruktiven Gestaltung und Numerische Methoden der Produktentwicklung 1 wiedergeben, erklären und anwenden können. |  |  |                                     |
| 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. Gunter Kullmer  |  |                                     |
| 13  | <b>Sonstige Hinweise:</b>  |  |                                     |

## 3.8 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  | <b>Modulstruktur:</b>  |                 |                 |                   |                  |                   |  |
|  | 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  | <b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b><br>keine  |                 |                 |                   |                  |                   |  |
| 3  | <b>Teilnahmevoraussetzungen:</b><br>Empfohlen: Grundlagen der Verfahrenstechnik und der Kunststoffverarbeitung, Standardverfahren Extrusion, Simulationsverfahren in der Kunststofftechnik   |                 |                 |                   |                  |                   |  |
| 4  | <b>Inhalte:</b><br><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Auslegen von Schneckenmaschinen:</i> <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> |                 |                 |                   |                  |                   |  |

### 3 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" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">zu</th> <th style="width: 50%;">Prüfungsform</th> <th style="width: 20%;">Dauer bzw. Umfang</th> <th style="width: 20%;">Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a) -<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 Chemieingenieurwesen, 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>  |  |                              |    |              |                   |                              |            |                                |  |      |

### 3.9 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   | <b>Modulstruktur:</b>  |                 |                 |                   |                  |                   |  |
|   | 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   | <b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b><br>keine  |                 |                 |                   |                  |                   |  |
| 3   | <b>Teilnahmevoraussetzungen:</b><br>Empfohlen: Werkstoffkunde<br><i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Beschichtungstechnik:</i><br>Empfehlung: Werkstoffkunde<br><i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Korrosion und Korrosionsschutz:</i><br>Grundkenntnisse Werkstoffkunde und Chemie |                 |                 |                   |                  |                   |  |

### 3 Vertiefungsrichtungsabhängige Wahlpflichtmodule

|   |   |
|---|---|
| 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>  |

### 3 Vertiefungsrichtungsabhängige Wahlpflichtmodule

| 6          | <b>Prüfungsleistung:</b><br><input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP) <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP) <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)  |  |                              |                   |                              |            |                                |  |      |
|------------|---|--|------------------------------|-------------------|------------------------------|------------|--------------------------------|--|------|
| zu         | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;"></th> <th style="width: 50%;">Prüfungsform</th> <th style="width: 20%;">Dauer bzw. Umfang</th> <th style="width: 20%;">Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">a) -<br/>b)</td> <td>Klausur oder mündliche Prüfung</td> <td>180 - 240 Minuten oder 45 - 60 Minuten</td> <td style="text-align: center;">100%</td> </tr> </tbody> </table> |  | Prüfungsform                 | Dauer bzw. Umfang | Gewichtung für die Modulnote | a) -<br>b) | Klausur oder mündliche Prüfung | 180 - 240 Minuten oder 45 - 60 Minuten | 100% |
|            | Prüfungsform  | Dauer bzw. Umfang                      | Gewichtung für die Modulnote |                   |                              |            |                                |  |      |
| a) -<br>b) | Klausur oder mündliche Prüfung  | 180 - 240 Minuten oder 45 - 60 Minuten | 100%                         |                   |                              |            |                                |  |      |
|            | In der Prüfung sollen die Studierenden für exemplarische Problemstellungen die zugrundeliegenden Mechanismen erläutern sowie geeignete Verfahren auswählen und hinsichtlich ihrer Eigenschaften charakterisieren.   |  |                              |                   |                              |            |                                |  |      |
| 7          | <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. Gerson Meschut   |  |                              |                   |                              |            |                                |  |      |
| 13         | <b>Sonstige Hinweise:</b>   |  |                              |                   |                              |            |                                |  |      |

## 3.10 Chemie der Beschichtungswerkstoffe

| Chemie der Beschichtungswerkstoffe |   |                 |                        |                          |                         |                          |  |
|------------------------------------|---|-----------------|------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|--|
| <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.104.7335                         | 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.032.52001<br>Lacksysteme 1 für MB und CIW   | V3<br>Ü1,<br>WS | 60                     | 60                       | P                       | 20 - 40                  |  |
| b)                                 | L.104.32287<br>Kolloide und Grenzflächen  | V2<br>Ü1,<br>SS | 45                     | 75                       | P                       | 20 - 30                  |  |
| 2                                  | <b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b><br>keine   |                 |                        |                          |                         |                          |  |
| 3                                  | <b>Teilnahmevoraussetzungen:</b><br>keine / none  |                 |                        |                          |                         |                          |  |
| 4                                  | <b>Inhalte:</b><br><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Lacksysteme 1 für MB und CIW:</i><br>*Grundlagen Lackpolymere, Lösemittelbasierende Systeme, Dispersionen, Dispergierung, Pigmentierung, Formulierung, Farbe<br><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Kolloide und Grenzflächen:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kolloidale Materialien</li> <li>• Arten von Grenzflächen</li> <li>• Physik der Grenzfläche</li> <li>• Stabilisierung von Grenzflächen</li> <li>• Rheologie von Kolloiden</li> <li>• Kolloide und Licht</li> <li>• Einführung in spezielle Charakterisierungsmethoden</li> <li>• Reinigungsprozesse</li> <li>• Polymere Kolloide</li> <li>• Lebensmittelkolloide</li> </ul> |                 |                        |                          |                         |                          |  |
| 5                                  | <b>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:</b>  |                 |                        |                          |                         |                          |  |

### 3 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> | <b>Gewichtung für die Modulnote</b> |
| a) | mündl. Prüfung  | 30-45 Minuten            | 50 %                                |
| b) | Klausur   | 120 Min.                 | 50 %                                |
| 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 Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau  |                          |                                     |
| 12 | <b>Modulbeauftragte/r:</b><br>Prof. Dr. Hans-Joachim Schmid, Prof. Dr. rer. nat. Wolfgang Bremser   |                          |                                     |
| 13 | <b>Sonstige Hinweise:</b><br><i>Hinweise der Lehrveranstaltung Lacksysteme 1 für MB und CIW:</i><br>Sprache: deutsch, in Absprache mit den Studierenden englisch; Literatur: B. Müller, U. Poth: Lackformulierung; T. Brock, M. Groteklaas, P. Mischke, B. Strehmel: Lehrbuch der Lacktechnologie; A. Goldschmidt, H.-J. Streitberger: Lackiertechnik |                          |                                     |

## 3.11 Chemische und biologische Verfahrenstechnik

| Chemische und biologische Verfahrenstechnik |   |                 |                 |                   |                  |                   |  |
|---|---|-----------------|-----------------|-------------------|------------------|-------------------|--|
| Chemical and biological process engineering |   |                 |                 |                   |                  |                   |  |
| Modulnummer:                                | Workload (h):   | LP:             | Studiensem.:    | Turnus:           | Dauer (in Sem.): | Sprache:          |  |
| M.104.6130                                  | 240   | 8               | 1./3. Semester  | Wintersemester    | 1                | de                |  |
| 1   | <b>Modulstruktur:</b>   |                 |                 |                   |                  |                   |  |
|   | Lehrveranstaltung   | Lehrform        | Kontaktzeit (h) | Selbststudium (h) | Status (P/WP)    | Gruppengröße (TN) |  |
| 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><br>keine   |                 |                 |                   |                  |                   |  |
| 3   | <b>Teilnahmevoraussetzungen:</b><br>Empfohlen: Chemische Verfahrenstechnik 1: Grundlagen<br><i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Chemische Verfahrenstechnik 2:</i><br>empfohlen: Chemische Verfahrenstechnik 1  |                 |                 |                   |                  |                   |  |
| 4   | <b>Inhalte:</b><br><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, Stoffwechselltypen)</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> |                 |                 |                   |                  |                   |  |

### 3 Vertiefungsrichtungsabhängige Wahlpflichtmodule

|    | <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 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>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> </tbody> </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>   |                            |                              |                   |                              |    |                                |                            |      |    |                                |                            |      |

### 3 Vertiefungsrichtungsabhängige 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 Chemieingenieurwesen, Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau |
| 12 | <b>Modulbeauftragte/r:</b><br>Dr. Mike Bobert, Prof. Dr. Guido Grundmeier  |
| 13 | <b>Sonstige Hinweise:</b>  |

### 3.12 Digitale und Virtuelle Produktentstehung

| Digitale und Virtuelle Produktentstehung |   |                 |                 |                          |                  |                   |  |
|--|---|-----------------|-----------------|--------------------------|------------------|-------------------|--|
| Digital and Virtual Engineering          |   |                 |                 |                          |                  |                   |  |
| Modulnummer:                             | Workload (h):   | LP:             | Studiensem.:    | Turnus:                  | Dauer (in Sem.): | Sprache:          |  |
| M.104.7308                               | 240   | 8               | 1.-3. Semester  | Sommer- / Wintersemester | 2                | de                |  |
| 1  | <b>Modulstruktur:</b>                                     |                 |                 |                          |                  |                   |  |
|  | Lehrveranstaltung   | Lehrform        | Kontaktzeit (h) | Selbststudium (h)        | Status (P/WP)    | Gruppengröße (TN) |  |
| a)                                       | L.104.51226<br>Digitale und Virtuelle Produktentstehung 1 | V2<br>Ü1,<br>WS | 45              | 75                       | P                | 20 - 40           |  |
| b)                                       | L.104.51236<br>Digitale und Virtuelle Produktentstehung 2 | V2<br>Ü1,<br>SS | 45              | 75                       | P                | 20 - 40           |  |
| 2  | <b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b>            |                 |                 |                          |                  |                   |  |
|  | keine   |                 |                 |                          |                  |                   |  |

### 3 Vertiefungsrichtungsabhängige Wahlpflichtmodule

|   |  |
|---|--|
| 3 | <p><b>Teilnahmevoraussetzungen:</b></p> <p>Empfohlen: Entwicklungsmethodik, CAD/PDM</p> <p><i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Digitale und Virtuelle Produktentstehung 1:</i><br/>Empfohlen: Entwicklungsmethodik, Produktentwicklung mit CAD und PDM</p> <p><i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Digitale und Virtuelle Produktentstehung 2:</i><br/>Empfohlen:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Produktentstehung (M.104.7222)</li><li>• Produktentstehung 1 (L.104.51210)</li><li>• Produktentstehung 2 (L.104.51430)</li><li>• Angewandte Produktionstechnik (L.104.51480)</li><li>• Projektlabor Digitale Fabrik A (L.104.51961)</li><li>• Projektlabor Digitale Fabrik B (L.104.51962)</li></ul> <p><i>Prerequisites of course Digitale und Virtuelle Produktentstehung 2:</i><br/>Recommended:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Product creation (M.104.7222)</li><li>• Product creation 1 (L.104.51210)</li><li>• Product creation 2 (L.104.51430)</li><li>• Applied Production Engineering (L.104.51480)</li><li>• Project Lab Digital Factory A (L.104.51961)</li><li>• Project Lab Digital Factory B (L.104.51962)</li></ul>  |
| 4 | <p><b>Inhalte:</b></p> <p>Produktentwickler*innen wenden unterschiedliche Methoden an, um Produkte anforderungsgerecht zu gestalten. Dabei müssen nicht nur Basis- und Leistungsanforderungen erfüllt werden, sondern auch Begeisterungsfaktoren zur Abgrenzung im Wettbewerb geschaffen werden. Produkte werden dabei zunehmend „smart“, „intelligent“ und „vernetzt“: Sie integrieren Eigenschaften, die erst durch das Zusammenspiel verschiedener Disziplinen wie Maschinenbau, Elektrotechnik und Informatik entstehen. Die Produktentstehung solcher mechatronischen oder cyberphysischen Systeme erfolgt zunehmend modellbasiert. Sie erfordert in jedem Fall interdisziplinäre Entwicklungsansätze, aber auch Werkzeuge zur Digitalen und Virtuellen Produktentstehung. Deren zielgerichteter Einsatz entscheidet über die Effektivität und Effizienz in der Produktentstehung. Digitale Werkzeuge erleichtern die Auslegung und Gestaltung von Produkten und Produktionssystemen, den virtuellen Test ohne die Produktion materieller Prototypen und die Zusammenarbeit verschiedener Akteure standort- und unternehmensübergreifend. Neben Entwicklungs- und Kollaborationswerkzeugen steht die Abbildung realer Wirkzusammenhänge im virtuellen Raum im Mittelpunkt der Lehrveranstaltung. Aus der Perspektive der Produktentstehung wird auch die Produktions- und Automatisierungstechnik behandelt, die im Zuge von Digitalisierungsstrategien bis hin zu flexiblen, autonom agierenden Systemen reicht.</p> |

### 3 Vertiefungsrichtungsabhängige Wahlpflichtmodule

#### *Inhalte der Lehrveranstaltung Digitale und Virtuelle Produktentstehung 1:*

Inhalte der Lehrveranstaltung Digitale und Virtuelle Produktentstehung 1:

- Rechnergestützte Produktentwicklung
- Computer Aided Design (CAD) und Engineering (CAE/CAX)
- Anwendungsbezogene Grundlagen der Informatik und Wirtschaftsinformatik
- Informationssysteme, IT-System-Architekturen und Interoperabilität (Informationsmanagement)
- Modellierung, Datenmanagement und Methoden der Daten-Analyse
- Mensch-Maschine-Interaktion, Visualisierung und Computergraphik
- Computer Supported Collaborative Work (CSCW)
- Kollaboration in der Produktentwicklung
- Produktdatenmanagement (PDM)
- Product und Systems Lifecycle Management (PLM/SysLM)
- Simulation Driven Engineering
- Model Based Systems Engineering (MBSE)
- Modellbasiertes Life Cycle Assessment
- Schlüsseltechnologien für DVPE

#### *Inhalte der Lehrveranstaltung Digitale und Virtuelle Produktentstehung 2:*

Inhalte der Lehrveranstaltung Digitale und Virtuelle Produktentstehung 2:

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

### 3 Vertiefungsrichtungsabhängige Wahlpflichtmodule

Product engineers use various methods to engineer products in a way that they satisfy requirements. Besides basic and performance requirements, enthusiasm factors must be created to set products apart from the competition. Products are increasingly becoming “smart”, “intelligent” and “connected”: They provide properties that are only created through the interaction of different disciplines, such as mechanical engineering, electrical engineering and computer science. The development of such kind of mechatronic or cyber-physical systems is increasingly conducted by model-based approaches. This requires interdisciplinary methods, but also tools for digital and virtual product creation are becoming indispensable. Their use often determines the effectiveness and efficiency of product development. Digital tools facilitate the design and creation of products and production systems, virtual testing without manufacturing real prototypes and the collaboration of different actors across locations and companies. In addition to development and collaboration tools, the transfer of real interactions into virtual, simulated space is the focus of the module. This is supplemented by production and automation technology from the perspective of Product Creation, spanning from digitalisation strategies to flexible, autonomously acting systems.

*Contents of the course Digitale und Virtuelle Produktentstehung 1:*

Contents of the course Digital and virtual product creation 1:

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

### 3 Vertiefungsrichtungsabhängige Wahlpflichtmodule

|   |  |
|---|--|
|   | <p><i>Contents of the course Digitale und Virtuelle Produktentstehung 2:</i><br/>Contents of the course Digital and virtual product creation 2:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Virtual Engineering or Virtual Product Creation</li><li>• Virtual und Rapid Prototyping</li><li>• Computer Aided Engineering (CAE) and Simulation</li><li>• Virtual and Augmented Reality (VR/AR)</li><li>• Fundamentals of Virtual and Augmented Reality</li><li>• Algorithms for real-time rendering</li><li>• System architecture and hardware</li><li>• Interfaces between product development and production</li><li>• Integrated product development</li><li>• Design for X und Feature-based modelling</li><li>• Production</li><li>• Digital Factory</li><li>• Production planning and control, incl. interfaces to Enterprise Resource Planning (ERP) and Manufacturing Execution Systems (MES)</li><li>• Factory Planning</li><li>• Digital Twin</li><li>• Product lifecycle</li><li>• Application in terms of Industry 4.0</li></ul>  |
| 5 | <p><b>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:</b></p> <p>Das Modul Digitale und Virtuelle Produktentstehung (DVPE) vermittelt sowohl Basis- als auch Anwendungskompetenzen für zukünftige Entwickler. Die Studierenden kennen die wesentlichen Grundlagen und Zusammenhänge von digitalen Werkzeugen im Kontext von Digital und Virtual Engineering. Sie können diese an Beispielen erklären. Außerdem erläutern sie, wie Informatikkonzepte in Anwendungssoftware umgesetzt werden. Sie wenden sie die erworbenen Kenntnisse und Verfahren in Bezug auf ausgewählte Softwareprodukte und Grundfunktionen an. Dies ermöglicht es ihnen, ihre Anwendbarkeit auf verschiedene Situationen zu analysieren und spezifische Probleme erfolgreich und schnell zu lösen. Erworbene Kompetenzen in der Anwendung von Vorgehensmodellen und Methoden aus dem Modul „Produktentstehung“ (M.104.7222) werden um die Nutzung von digitalen Werkzeugen und virtueller Realität erweitert. In den weiteren Seminaren „Angewandte Produktionstechnik“ (L.104.51480) und „Projektlabor Digitale Fabrik“ (M.104.7706) werden spezifische Problemstellung der Forschung und Praxis mithilfe von digitalen Werkzeugen gelöst.</p> <p>The module DVPE provides both basic and application skills for future developers. Students know the essential basics and interrelationships of digital tools in the context of Digital and Virtual Engineering. They are able to explain them by applying them to examples. They also explain how computer science concepts are implemented in application software. They apply the acquired knowledge and procedures with regard to selected software products and basic functions. This enables them to analyse their applicability to different situations and to solve specific problems successfully and quickly. Acquired competences in the application of process models and methods from the module “Produktentstehung” (M.104.7222) are extended by the use of digital tools and virtual reality. In the other seminars “Angewandte Produktionstechnik” (L.104.51480) and “Projektlabor Digitale Fabrik” (M.104.7706), specific problems in research and practice are solved with the help of digital tools.</p> |

### 3 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>               | <b>Gewichtung für die Modulnote</b> |
| a) -<br>b)  | Klausur oder mündliche Prüfung   | 120 - 240 Minuten oder 45 - 60 Minuten | 100%                                |
| In der Prüfung sollen die Studierenden für exemplarische Problemstellungen die zugrundeliegenden Elementarprozesse erläutern sowie geeignete Verfahren auswählen und ihre Anwendung praktisch erläutern |  |  |                                     |
| 7   | <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>Dr.-Ing. Jens Pottebaum  |  |                                     |
| 13  | <b>Sonstige Hinweise:</b>  |  |                                     |

### 3.13 Entwicklung eines elektrisch betriebenen und autonom fahrenden Rennfahrzeugs

| Entwicklung eines elektrisch betriebenen und autonom fahrenden Rennfahrzeugs |   |          |                 |                          |                  |                   |  |
|--|---|----------|-----------------|--------------------------|------------------|-------------------|--|
| Development of an electrically operated and autonomous driving racing car    |   |          |                 |                          |                  |                   |  |
| Modulnummer:   | Workload (h):   | LP:      | Studiensem.:    | Turnus:                  | Dauer (in Sem.): | Sprache:          |  |
| M.104.7339   | 240   | 8        | 1-4             | Sommer- / Wintersemester | 2                | de                |  |
| 1  | <b>Modulstruktur:</b>   |          |                 |                          |                  |                   |  |
|  | Lehrveranstaltung   | Lehrform | Kontaktzeit (h) | Selbststudium (h)        | Status (P/WP)    | Gruppengröße (TN) |  |
| 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   |          |                 |                          |                  |                   |  |

### 3 Vertiefungsrichtungsabhängige Wahlpflichtmodule

|   |  |
|---|--|
| 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> |
|---|--|

### 3 Vertiefungsrichtungsabhängige Wahlpflichtmodule

| 5          | <p><b>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:</b></p> <p>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.</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" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">zu</th> <th style="text-align: center;">Prüfungsform</th> <th style="text-align: center;">Dauer bzw. Umfang</th> <th style="text-align: center;">Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">a) -<br/>b)</td> <td>Mündliche Prüfung</td> <td style="text-align: center;">45-60 Min.</td> <td style="text-align: center;">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) | Mündliche Prüfung | 45-60 Min. | 100% |
| zu         | Prüfungsform  | Dauer bzw. Umfang | Gewichtung für die Modulnote |                   |                              |            |                   |            |      |
| a) -<br>b) | Mündliche Prüfung   | 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. Thomas Tröster</p>   |                   |                              |                   |                              |            |                   |            |      |
| 13         | <p><b>Sonstige Hinweise:</b></p>  |                   |                              |                   |                              |            |                   |            |      |

## 3.14 Entwicklung lichttechnischer Systeme

| Entwicklung lichttechnischer Systeme |   |                 |                 |                          |                  |                   |  |
|--------------------------------------|---|-----------------|-----------------|--------------------------|------------------|-------------------|--|
| Technical lighting systems           |   |                 |                 |                          |                  |                   |  |
| Modulnummer:                         | Workload (h):   | LP:             | Studiensem.:    | Turnus:                  | Dauer (in Sem.): | Sprache:          |  |
| M.104.7309                           | 240   | 8               | 1.-3. Semester  | Sommer- / Wintersemester | 2                | de                |  |
| 1                                    | <b>Modulstruktur:</b>   |                 |                 |                          |                  |                   |  |
|                                      | Lehrveranstaltung   | Lehrform        | Kontaktzeit (h) | Selbststudium (h)        | Status (P/WP)    | Gruppengröße (TN) |  |
| a)                                   | L.104.12255<br>Einführung in die Lichttechnik   | V2<br>Ü1,<br>WS | 45              | 75                       | P                | 5 - 20            |  |
| b)                                   | L.104.12285<br>Opportunity Sensing and Risk Management  | V2<br>Ü1,<br>SS | 45              | 75                       | P                | 5 - 20            |  |
| 2                                    | <b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b><br>keine   |                 |                 |                          |                  |                   |  |
| 3                                    | <b>Teilnahmevoraussetzungen:</b><br>keine / none  |                 |                 |                          |                  |                   |  |
| 4                                    | <b>Inhalte:</b><br><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Einführung in die Lichttechnik:</i><br>Ziel der Vorlesung ist, eine Einführung in die Eigenschaft des Lichts, die menschliche Wahrnehmung und einige typische Anwendungen wie z. B. Beleuchtung im Verkehr und Theaterbeleuchtung zu geben. Nach einer Einführung in die Informationsverarbeitung durch das menschliche Auge werden die Grundbegriffe der Lichttechnik erläutert. Danach werden die Empfindungen von Helligkeit und Farben untersucht, das Erfassen von Räumen und Bewegungen am Beispiel von Kraftfahrzeugen in Verkehrsräumen behandelt. Anschließend werden Grundlagen der Lichterzeugung und Fotometrie systematisch durchgearbeitet. Ergänzt wird die Vorlesung durch einen Überblick zu aktuellen Entwicklungen in der Kraftfahrzeug-Lichttechnik, wie z.B. Adaptive Frontlighting Systems. |                 |                 |                          |                  |                   |  |

### 3 Vertiefungsrichtungsabhängige Wahlpflichtmodule

#### *Inhalte der Lehrveranstaltung Opportunity Sensing and Risk Management:*

- Umfeld für Innovation: Markt (Benchmark, Wettbewerbsvergleich), Ressourcen (Technologie, Wissen, Prozessgestaltung, das lernende Unternehmen)
- Opportunity sensing: Zeitaspekte/Timing, Roadmap-Management (Dynamisches Portfolio, Pipeline Loading, Bewertung/Entscheidung/Budgetierung), Chancen (fraktale Informationsnetzwerke, dominante Logik, Ideenadressierung)
- Unsicherheit: Ingenieurwissenschaftliche Aspekte, Betriebswirtschaftliche Aspekte, Mathematische Beschreibung
- Risikomanagement: Exception Handling, Abhängigkeit von Chance und Risiko, Portfolio-Management
- Front Load Design: Explizite Ausweisung von Unsicherheit und Risiko, Parallelisierung von Entwicklungsschritten, Design-Zentrierung vs. Punkt-Optimierung, Identifikation der Schlüsselfragen in den frühen Phasen, Beispiele
- Change Process: Organisation der Entwicklung, Innovation Cells, Technologieentwicklungsprozess

Die Lehrveranstaltung setzt sich aus einem Vorlesungs- und einem Seminarteil zusammen. Im Rahmen der Vorlesungen werden die methodischen und mathematischen Grundlagen des Themas entwickelt. Die konkrete Anwendung erfolgt anhand von vertiefenden Fallstudien im Rahmen des Seminarteils. Die dabei behandelten Beispiele stammen vorwiegend aus der Automobiltechnik und verwandten Bereichen des Maschinenbaus.

#### *Contents of the course Einführung in die Lichttechnik:*

The aim of the lecture is to give an introduction to the property of light, human perception and some typical applications such as lighting in traffic and theatre lighting. After an introduction to information processing by the human eye, the basic concepts of lighting technology are explained. This is followed by an examination of the perception of brightness and colours, the detection of spaces and movements using the example of motor vehicles in traffic areas. Subsequently, the basics of light generation and photometry are systematically worked through. The lecture is supplemented by an overview of current developments in automotive lighting technology, such as Adaptive Frontlighting Systems.

#### *Contents of the course Opportunity Sensing and Risk Management:*

- Environment for innovation: market (benchmark, competitive comparison) resources (technology, knowledge, process design, the learning company)
- Opportunity sensing: timing aspects, roadmap management (dynamic portfolio, pipeline loading, evaluation/decision/budgeting), opportunities (fractal information networks, dominant logic, idea addressing)
- Uncertainty: engineering aspects, business aspects, Mathematical description
- Risk management: exception handling, dependence of opportunity and risk, portfolio management
- Front Load Design: Explicit designation of uncertainty and risk, parallelisation of development steps, design-centricity vs. point-optimisation, identification of key issues in the early stages, examples
- Change Process: Organisation of development, Innovation Cells, technology development process

The course consists of a lecture and a seminar part. The methodological and mathematical foundations of the subject are developed within the framework of the lectures. The concrete application takes place on the basis of in-depth case studies within the framework of the seminar part. The examples dealt with come mainly from automotive engineering and related areas of mechanical engineering.

### 3 Vertiefungsrichtungsabhängige Wahlpflichtmodule

| 5          | <p><b>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:</b></p> <p>Einführung in die Lichttechnik: Die Studierenden erhalten grundlegende Kenntnisse über die Eigenschaften des Lichts, die menschliche Wahrnehmung und einige typische Anwendungen. Sie werden in die Lage versetzt, lichttechnische Systeme zu charakterisieren und zu bewerten sowie geeignete Systeme applikationsspezifisch auszuwählen.</p> <p>Opportunity Sensing and Risk Management: Anhand zahlreicher praktischer Beispiele und einfachen Übungen lernen die Studierenden technische und kommerzielle Risiken von Entwicklungsprojekten zu erkennen und zu bewerten. Sie erhalten Einblick in die dynamische Gestaltung von Entwicklungsprozessen zur Verbesserung der Wissensgewinnung. Dadurch werden sie in die Lage versetzt, den betriebswirtschaftlichen Wert von Produktoptionen zu schätzen und den Einfluss des "Timing" zu bewerten. Sie erhalten Einsicht in Technologieprogression durch gezielte und schnelle Entwicklung innovativer 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" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">zu</th> <th style="width: 50%;">Prüfungsform</th> <th style="width: 20%;">Dauer bzw. Umfang</th> <th style="width: 20%;">Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">a) -<br/>b)</td> <td>Klausur oder mündliche Prüfung</td> <td style="text-align: center;">180 - 240 Minuten oder 45 - 60 Minuten</td> <td style="text-align: center;">100%</td> </tr> </tbody> </table> <p>In der Prüfung sollen die Studierenden die wesentlichen Grundlagen lichttechnischer Systeme sowie die grundlegenden Methoden des Opportunity Sensings and Risk Managements 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%                         |                   |                              |            |                                |  |      |
| 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 Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau</p>   |  |                              |                   |                              |            |                                |  |      |
| 12         | <p><b>Modulbeauftragte/r:</b></p> <p>Prof. Dr.-Ing. habil. Walter Sestro</p>  |  |                              |                   |                              |            |                                |  |      |
| 13         | <p><b>Sonstige Hinweise:</b></p> <p><i>Hinweise der Lehrveranstaltung Opportunity Sensing and Risk Management:</i><br/>Die Lehrveranstaltung „Opportunity Sensing and Risk Management“ wird in englischer Sprache angeboten.</p>  |  |                              |                   |                              |            |                                |  |      |

### 3 Vertiefungsrichtungsabhängige Wahlpflichtmodule

*Remarks of course Opportunity Sensing and Risk Management:*

The course "Opportunity Sensing and Risk Management" is offered in English.

## 3.15 Ermüdungsfestigkeit

| Ermüdungsfestigkeit |   |                 |                 |                          |                  |                   |  |
|---------------------|---|-----------------|-----------------|--------------------------|------------------|-------------------|--|
| Fatigue strength    |   |                 |                 |                          |                  |                   |  |
| Modulnummer:        | Workload (h):   | LP:             | Studiensem.:    | Turnus:                  | Dauer (in Sem.): | Sprache:          |  |
| M.104.7311          | 240   | 8               | 1.-3. Semester  | Sommer- / Wintersemester | 2                | de / en           |  |
| 1                   | <b>Modulstruktur:</b>   |                 |                 |                          |                  |                   |  |
|                     | Lehrveranstaltung   | Lehrform        | Kontaktzeit (h) | Selbststudium (h)        | Status (P/WP)    | Gruppengröße (TN) |  |
| 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><br>Grundkenntnisse in Technischer Mechanik (Statik und Festigkeitslehre) und Werkstoffkunde   |                 |                 |                          |                  |                   |  |
|                     | <i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Fatigue Cracks:</i><br>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><br>Basic knowledge of technical mechanics (static and strength of materials) and materials science   |                 |                 |                          |                  |                   |  |
|                     | <i>Prerequisites of course Fatigue Cracks:</i><br>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. |                 |                 |                          |                  |                   |  |

### 3 Vertiefungsrichtungsabhängige 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.

### 3 Vertiefungsrichtungsabhängige 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. . .

### 3 Vertiefungsrichtungsabhängige 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 Klassierverfahren zu erläutern sowie Zählverfahren eigenständig auf Beispiele anzuwenden,
- für die Betriebsfestigkeit relevante Werkstoffkennwerte und -kennfunktionen zu nennen, ihre Ermittlung und Darstellung zu beschreiben und wesentliche Einflussfaktoren zu bewerten,
- Konzepte der Lebensdauerberechnung wiederzugeben und Schädigungsrechnungen durchzuführen,
- Folgen fehlerhafter Produkte zu nennen und mit ingenieurmäßigen Methoden technische Produkte und Bauteile so zu entwickeln, dass Schäden infolge Betriebsbelastung vermieden werden.

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

- in der Vergangenheit aufgetretene Schäden infolge von Risswachstum zu bewerten und Schadensursachen sowie Maßnahmen zur Schadensvermeidung zu benennen,
- die wesentlichen Grundlagen und bruchmechanischen Größen zu beschreiben und eigenständig auf einfache Rissprobleme anzuwenden,
- den Begriff Ermüdungsrisswachstum zu beschreiben und dabei häufig auftretende bruchmechanische Größen wiederzugeben sowie Konzepte zur Bewertung von Ermüdungsrissen anzuwenden,
- für das Ermüdungsrisswachstum relevante Werkstoffkennwerte und -kennfunktionen zu nennen, ihre Ermittlung und Darstellung zu beschreiben und wesentliche Einflussfaktoren zu bewerten,
- weitere Anwendungen des Themenfelds Bruchmechanik / Ermüdungsrisswachstums (z.B. Mixed Mode Belastung, Betriebsbelastung und aktuelle Forschungsthemen) zu nennen und zu erläutern.

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

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

### 3 Vertiefungsrichtungsabhängige 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 border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 5px;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%; text-align: center;">zu</th> <th style="width: 50%; text-align: center;">Prüfungsform</th> <th style="width: 20%; text-align: center;">Dauer bzw. Umfang</th> <th style="width: 20%; text-align: center;">Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">a) -<br/>b)</td> <td>Mündliche Prüfung</td> <td style="text-align: center;">45 - 60 Minuten</td> <td style="text-align: center;">100%</td> </tr> </tbody> </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>   |   |                              |                   |                              |            |                   |                 |      |

### 3 Vertiefungsrichtungsabhängige Wahlpflichtmodule

|    |   |
|----|---|
| 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 Chemieingenieurwesen, Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau</p>   |
| 12 | <p><b>Modulbeauftragte/r:</b></p> <p>Dr.-Ing. Britta Schramm, Prof. Dr.-Ing. Gunter Kullmer</p>   |
| 13 | <p><b>Sonstige Hinweise:</b></p> <p><i>Hinweise der Lehrveranstaltung Betriebsfestigkeit:</i><br/>Literaturempfehlung:</p> <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> <p><i>Hinweise der Lehrveranstaltung Fatigue Cracks:</i><br/>Literaturempfehlung:</p> <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 Lebensdauererweiterung 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> |

### 3 Vertiefungsrichtungsabhängige 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

### 3.16 Fachlabore: Leichtbau und Werkstoffkunde

| Fachlabore: Leichtbau und Werkstoffkunde            |  |                  |                 |                          |                  |                   |  |
|---|--|------------------|-----------------|--------------------------|------------------|-------------------|--|
| Laboratory: Lightweight design and material science |  |                  |                 |                          |                  |                   |  |
| Modulnummer:  | Workload (h):  | LP:              | Studiensem.:    | Turnus:                  | Dauer (in Sem.): | Sprache:          |  |
| M.104.7312  | 240  | 8                | 1.-3. Semester  | Sommer- / Wintersemester | 1                | de                |  |
| 1   | <b>Modulstruktur:</b>  |                  |                 |                          |                  |                   |  |
|   | Lehrveranstaltung  | Lehrform         | Kontaktzeit (h) | Selbststudium (h)        | Status (P/WP)    | Gruppengröße (TN) |  |
| a)  | L.104.21990<br>Fachlabor Leichtbau   | S3,<br>WS,<br>SS | 45              | 75                       | P                | 15                |  |
| b)  | L.104.23965<br>Fachlabor Werkstoffkunde  | S3,<br>WS,<br>SS | 45              | 75                       | P                | 15                |  |
| 2   | <b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b><br>keine  |                  |                 |                          |                  |                   |  |
| 3   | <b>Teilnahmevoraussetzungen:</b><br>keine<br><br><i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Fachlabor Leichtbau:</i><br>Empfohlen: Fügetechnische Vorlesungen des LWF<br><br><i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Fachlabor Werkstoffkunde:</i><br>Empfohlen werden die Vorlesungen Werkstoffkunde 1 und 2.  |                  |                 |                          |                  |                   |  |
| 4   | <b>Inhalte:</b><br><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Fachlabor Leichtbau:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analyse bestehender fertigungstechnischer Lösungen aus unterschiedlichen Branchen mit Fokus auf Montage- und Verbindungstechnik</li> <li>• Auswahl von anwendungsgerechten Verfahren für den ausgewählten Anwendungsfall</li> <li>• Verbindungsgerechte Bauteilauslegung</li> <li>• Berücksichtigung fertigungstechnischer Einflussgrößen</li> <li>• Erarbeitung alternativer Problemlösungen</li> <li>• Ausarbeitung von Empfehlungen für zukünftige Produktentwicklungen</li> <li>• Schaffung internetfähiger Problemlösungen</li> <li>• Aktuelle Forschungsschwerpunkte im Bereich der Montage- und Verbindungstechnik</li> </ul> |                  |                 |                          |                  |                   |  |

### 3 Vertiefungsrichtungsabhängige Wahlpflichtmodule

|            | <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Fachlabor Werkstoffkunde:</i><br/>         Innerhalb des Fachlabors werden die Studierenden an verschiedene Methoden zur Charakterisierung von Werkstoffen herangeführt. Dabei wird neben der Grundlagenvermittlung auch die Handhabung trainiert, und die Studierenden sollen sich intensiv mit dem Versuch und den Ergebnissen auseinandersetzen. Es wurden gezielt Versuche gewählt, die auch in studentischen Arbeiten zur Anwendung kommen, wie:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schweißen</li> <li>• Rasterelektronenmikroskopie</li> <li>• Digitale Bildkorrelation</li> <li>• Instrumentierter Kerbschlagbiegeversuch</li> <li>• Wärmebehandlung von Stahl</li> <li>• Hochtemperaturkriechen</li> <li>• Korrosion</li> <li>• Walzen von Aluminium</li> <li>• Rekristallisation von Aluminium.</li> </ul>  |  |                              |                   |                              |            |                                |  |      |
|------------|--|--|------------------------------|-------------------|------------------------------|------------|--------------------------------|--|------|
| 5          | <p><b>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:</b></p> <p>Dieses Modul fokussiert die sehr praxisnahe Umsetzung von fertigungstechnischen Lösungen unter Berücksichtigung von Auslegungsprozessen und der Einflussanalyse sowie von Werkstoffanalysen mittels geeigneter Methoden. Die Studierenden können praxisrelevante Aufgabenstellungen aus dem Bereich der Fertigungstechnik und der Werkstoffkunde erkennen und in eigenen Worten wiedergeben. Mittels geeigneter Methoden können sie Lösungen in Form von Prüfmethoden und Verfahrensvarianten entwickeln und entsprechende Anlagen und Geräte (auf theoretischer Ebene) bedienen. Sie können Versuche und Methoden planen, beschreiben und beurteilen. Bei der Durchführung der Laborveranstaltungen lernen die Studierenden weiterhin, die erarbeiteten Ergebnisse zu präsentieren und im Rahmen von Prüfungsgesprächen ihren Lösungsweg zu argumentieren.</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" data-bbox="277 1328 1422 1536"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">zu</th> <th style="text-align: center;">Prüfungsform</th> <th style="text-align: center;">Dauer bzw. Umfang</th> <th style="text-align: center;">Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">a) -<br/>b)</td> <td style="text-align: center;">Klausur oder mündliche Prüfung</td> <td style="text-align: center;">180 - 240 Minuten oder 45 - 60 Minuten</td> <td style="text-align: center;">100%</td> </tr> </tbody> </table> <p>In der Prüfung sollen die Studierenden für exemplarische Problemstellungen die zugrundeliegenden fertigungstechnischen Prozesse erläutern sowie geeignete Lösungen, Verfahren und Apparate auswählen und bewerten.</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>  |  |                              |                   |                              |            |                                |  |      |

### 3 Vertiefungsrichtungsabhängige Wahlpflichtmodule

|    |  |
|----|--|
| 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. Gerson Meschut  |
| 13 | <b>Sonstige Hinweise:</b>  |

## 3.17 Fahrzeugaerodynamik und Fahrzeugakustik

| Fahrzeugaerodynamik und Fahrzeugakustik |   |                 |                        |                          |                         |                          |  |
|---|---|-----------------|------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|--|
| <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.104.7313                              | 240   | 8               | 1.-3. Sem.             | 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.104.12275<br>Fahrzeugakustik  | V2<br>Ü1,<br>WS | 45                     | 75                       | P                       | 20-60                    |  |
| b)                                      | L.104.25280<br>Fahrzeugaerodynamik  | V2<br>Ü1,<br>SS | 45                     | 75                       | P                       | 5-20                     |  |
| 2                                       | <b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b>  |                 |                        |                          |                         |                          |  |
|   | keine   |                 |                        |                          |                         |                          |  |
| 3                                       | <b>Teilnahmevoraussetzungen:</b>  |                 |                        |                          |                         |                          |  |
|   | Empfohlen: Grundkenntnisse in Mathematik und Mechanik, wie sie in den Vorlesungen des Bachelorstudiums Maschinenbau und in der Vorlesung Maschinen- und Systemdynamik vermittelt werden.  |                 |                        |                          |                         |                          |  |
|   | <i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Fahrzeugakustik:</i><br>Grundkenntnisse in Mathematik und Mechanik  |                 |                        |                          |                         |                          |  |
|   | <i>Prerequisites of course Fahrzeugakustik:</i><br>Basic knowledge of mathematics and mechanics   |                 |                        |                          |                         |                          |  |
| 4                                       | <b>Inhalte:</b>   |                 |                        |                          |                         |                          |  |
|   | <i>Inhalte der Lehrveranstaltung Fahrzeugakustik:</i><br>Ziel der Veranstaltung ist die Vermittlung des Grundwissens der modernen Fahrzeugakustik. In einem allgemeinen Teil werden die Grundlagen der Akustik und die für die Fahrzeugakustik relevanten Eigenschaften von Kraftfahrzeugen vermittelt und geübt. Anschließend werden die wichtigsten Problemstellungen der Fahrzeugakustik vorgestellt und mit dem zuvor erworbenen Wissen in Zusammenhang gebracht.   |                 |                        |                          |                         |                          |  |
|   | <i>Inhalte der Lehrveranstaltung Fahrzeugaerodynamik:</i><br>Das Modul gibt eine Einführung in die Strömungsvorgänge bei bodengebundenen Fahrzeugen, mit dem Schwerpunkt Straßenfahrzeuge. Nach einer Einführung in die Aerodynamik der stumpfen Körper vermittelt die Vorlesung einführende Kenntnisse über Heckformen, Widerstandsreduzierung und Potentialströmung in Bodennähe. Das Modul beinhaltet instationäre Effekte und vermittelt angewandte Kenntnisse über Versuchsanlagen und Windkanalmessungen. |                 |                        |                          |                         |                          |  |

### 3 Vertiefungsrichtungsabhängige Wahlpflichtmodule

|    | <p><i>Contents of the course Fahrzeugakustik:</i><br/>The aim of the course is to convey the basic knowledge of modern vehicle acoustics. In a general part, the basics of acoustics and the properties of motor vehicles relevant to vehicle acoustics are taught and practiced. Then the most important problems of vehicle acoustics are presented and related to the previously acquired knowledge.</p>  |                            |                              |                   |                              |    |                                |                            |     |    |                                |                            |     |
|----|--|----------------------------|------------------------------|-------------------|------------------------------|----|--------------------------------|----------------------------|-----|----|--------------------------------|----------------------------|-----|
| 5  | <p><b>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:</b></p> <p>Fahrzeugakustik: Die Studierenden verfügen über das Grundwissen der modernen Fahrzeugakustik und sind in der Lage, einfache Problemstellungen der Fahrzeugakustik zu lösen.</p> <p>Fahrzeugaerodynamik: Die Studierenden können das Auftreten charakteristischer Strömungsphänomene wie Ablösungen, Totwassergebiete und Wirbelstrukturen an einem Fahrzeug abschätzen und deren Folgen einordnen. Sie sind in der Lage, anhand einfacher potentialtheoretischer Überlegungen, Stromlinienverläufe um stumpfe Körper zu interpretieren.</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 border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">zu</th> <th style="width: 50%;">Prüfungsform</th> <th style="width: 20%;">Dauer bzw. Umfang</th> <th style="width: 20%;">Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a)</td> <td>Klausur oder mündliche Prüfung</td> <td>90 Minuten oder 30 Minuten</td> <td>50%</td> </tr> <tr> <td>b)</td> <td>Klausur oder mündliche Prüfung</td> <td>90 Minuten oder 30 Minuten</td> <td>50%</td> </tr> </tbody> </table> <p>In der Prüfung sollen die Studierenden die wesentlichen Grundlagen zur Fahrzeugdynamik und Fahrzeugaerodynamik wiedergeben, erklären und anwenden können.</p> | zu                         | Prüfungsform                 | Dauer bzw. Umfang | Gewichtung für die Modulnote | a) | Klausur oder mündliche Prüfung | 90 Minuten oder 30 Minuten | 50% | b) | Klausur oder mündliche Prüfung | 90 Minuten oder 30 Minuten | 50% |
| zu | Prüfungsform   | Dauer bzw. Umfang          | Gewichtung für die Modulnote |                   |                              |    |                                |                            |     |    |                                |                            |     |
| a) | Klausur oder mündliche Prüfung   | 90 Minuten oder 30 Minuten | 50%                          |                   |                              |    |                                |                            |     |    |                                |                            |     |
| b) | Klausur oder mündliche Prüfung   | 90 Minuten oder 30 Minuten | 50%                          |                   |                              |    |                                |                            |     |    |                                |                            |     |
| 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 | <p><b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:</b></p> <p>Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau</p>  |                            |                              |                   |                              |    |                                |                            |     |    |                                |                            |     |
| 12 | <p><b>Modulbeauftragte/r:</b></p> <p>Prof. Dr.-Ing. habil. Walter Sextro</p>   |                            |                              |                   |                              |    |                                |                            |     |    |                                |                            |     |
| 13 | <p><b>Sonstige Hinweise:</b></p> <p><i>Hinweise der Lehrveranstaltung Fahrzeugakustik:</i><br/>Blockveranstaltung; Vorlesung und Übung können nur gemeinsam besucht werden.</p>  |                            |                              |                   |                              |    |                                |                            |     |    |                                |                            |     |

### 3 Vertiefungsrichtungsabhängige Wahlpflichtmodule

*Remarks of course Fahrzeugakustik:*

Block course; lecture and exercise can only be attended together.

### 3.18 FEM und Numerik

| FEM und Numerik           |  |                 |                        |                          |                      |                          |  |
|---------------------------|--|-----------------|------------------------|--------------------------|----------------------|--------------------------|--|
| FEM and numerical methods |  |                 |                        |                          |                      |                          |  |
| Modulnummer:              | Workload (h):  | LP:             | Studiensem.:           | Turnus:                  | Dauer (in Sem.):     | Sprache:                 |  |
| M.104.6110                | 240  | 8               | 1.-4. Semester         | Sommer- / Wintersemester | 2                    | de                       |  |
| 1                         | <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.105.94400<br>Mathematik 4 für Maschinenbau (Numerische Methoden)   | V2<br>Ü1,<br>SS | 45                     | 75                       | P                    | 20-40                    |  |
| b)                        | L.104.22221<br>FEM in der Werkstoffsimulation  | V2<br>Ü1,<br>WS | 45                     | 75                       | P                    | 20-40                    |  |
| 2                         | <b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b><br>keine  |                 |                        |                          |                      |                          |  |
| 3                         | <b>Teilnahmevoraussetzungen:</b><br>Empfohlen: Grundlagen der Mathematik und Mechanik  |                 |                        |                          |                      |                          |  |
| 4                         | <b>Inhalte:</b><br><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Mathematik 4 für Maschinenbau (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> |                 |                        |                          |                      |                          |  |

### 3 Vertiefungsrichtungsabhängige Wahlpflichtmodule

|    |                                | <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung FEM in der Werkstoffsimulation:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Problemstellungen des Maschinenbaus: Elastische Probleme, Stationäre Wärmeleitung</li> <li>• Ein-, zwei- und dreidimensionale Finite-Element Formulierung</li> <li>• Einführung in gemischte Formulierungen</li> <li>• Einführung in adaptive Verfahren</li> <li>• Anwendungen der FEM in Pre- und Post-Processing mit Einführung in Abaqus-CAE</li> <li>• Implementierung in MATLAB (Pre-Processing, Aufstellen und Lösen des Gleichungssystems, Post-Processing)</li> </ul>  |                              |              |                   |                              |    |         |                |      |    |                                |                                   |      |
|----|--------------------------------|---|------------------------------|--------------|-------------------|------------------------------|----|---------|----------------|------|----|--------------------------------|-----------------------------------|------|
| 5  |                                | <p><b>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:</b></p> <p>Die Studierenden können Berechnungsmethoden der Mechanik erläutern und können maschinenbauliche Aufgabenstellungen mit der Finite-Element-Methode bearbeiten. Sie sind in der Lage, die wichtigsten Berechnungsverfahren zur Bewertung von Bauteilen zu benennen und zielgerichtet anzuwenden. Die Studierenden können für konkrete Berechnungsbeispiele der Werkstoffmechanik die relevanten Zusammenhänge erläutern und sind darüber hinaus in der Lage, Umformprozesse, Materialverhalten und bruchsischeres Gestalten mittels der computergestützten Simulation (FEM) zu behandeln. Die Studierenden kennen die dafür notwendigen wichtigsten Verfahren zur numerischen Berechnung und können diese auch auf weitere einfache physikalische Probleme anwenden. Sie sind in der Lage, die Genauigkeit und Signifikanz der numerischen Berechnungen einzuschätzen und kritisch zu hinterfragen.</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 border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 5px;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">zu</th> <th style="width: 50%;">Prüfungsform</th> <th style="width: 20%;">Dauer bzw. Umfang</th> <th style="width: 20%;">Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">a)</td> <td>Klausur</td> <td>60-120 Minuten</td> <td style="text-align: center;">50 %</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">b)</td> <td>Klausur oder mündliche Prüfung</td> <td>90-120 Minuten oder 30-45 Minuten</td> <td style="text-align: center;">50 %</td> </tr> </tbody> </table> <p>In der Prüfung sollen die Studierenden für exemplarische Problemstellungen die zugrundeliegenden Methoden erläutern, sowie für Berechnungsbeispiele detaillierte Lösungen finden. Die Studierenden stellen für ein gegebenes Problem ein adäquates numerisches Verfahren auf und vergleichen verschiedene numerische Verfahren.</p> | zu                           | Prüfungsform | Dauer bzw. Umfang | Gewichtung für die Modulnote | a) | Klausur | 60-120 Minuten | 50 % | b) | Klausur oder mündliche Prüfung | 90-120 Minuten oder 30-45 Minuten | 50 % |
| zu | Prüfungsform                   | Dauer bzw. Umfang   | Gewichtung für die Modulnote |              |                   |                              |    |         |                |      |    |                                |                                   |      |
| a) | Klausur                        | 60-120 Minuten  | 50 %                         |              |                   |                              |    |         |                |      |    |                                |                                   |      |
| b) | Klausur oder mündliche Prüfung | 90-120 Minuten oder 30-45 Minuten   | 50 %                         |              |                   |                              |    |         |                |      |    |                                |                                   |      |
| 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>   |                              |              |                   |                              |    |         |                |      |    |                                |                                   |      |

### 3 Vertiefungsrichtungsabhängige Wahlpflichtmodule

|    |  |
|----|--|
| 11 | <b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:</b><br>Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau |
| 12 | <b>Modulbeauftragte/r:</b><br>Prof. Dr. Rolf Mahnken   |
| 13 | <b>Sonstige Hinweise:</b><br>Es wird empfohlen, Mathe 4 zeitlich vor FEM in der Werkstoffsimulation zu hören.                      |

## 3.19 Fertigungsprozesse im Leichtbau

| Fertigungsprozesse im Leichtbau               |  |                 |                 |                          |                  |                   |  |
|---|--|-----------------|-----------------|--------------------------|------------------|-------------------|--|
| Manufacturing processes in lightweight design |  |                 |                 |                          |                  |                   |  |
| Modulnummer:                                  | Workload (h):  | LP:             | Studiensem.:    | Turnus:                  | Dauer (in Sem.): | Sprache:          |  |
| M.104.7331                                    | 240  | 8               | 1.-4. Sem.      | Sommer- / Wintersemester | 2                | de                |  |
| 1   | <b>Modulstruktur:</b>  |                 |                 |                          |                  |                   |  |
|   | Lehrveranstaltung  | Lehrform        | Kontaktzeit (h) | Selbststudium (h)        | Status (P/WP)    | Gruppengröße (TN) |  |
| a)  | L.104.21241 oder L.104.21242<br>Klebtechnische Fertigungsverfahren oder Adhesive Bonding Technologies  | V2<br>Ü1,<br>SS | 45              | 75                       | P                | 20-40             |  |
| b)  | L.104.24260<br>Innovative Prozesse in der Fertigungstechnik  | V2<br>Ü1,<br>WS | 45              | 75                       | P                | 20-40             |  |
| 2   | <b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b><br>keine  |                 |                 |                          |                  |                   |  |
| 3   | <b>Teilnahmevoraussetzungen:</b><br><i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Klebtechnische Fertigungsverfahren oder Adhesive Bonding Technologies:</i><br>Empfohlen: Werkstoffkunde, Technische Mechanik 1+2   |                 |                 |                          |                  |                   |  |
| 4   | <b>Inhalte:</b><br><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Klebtechnische Fertigungsverfahren oder Adhesive Bonding Technologies:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Klebtechnik</li> <li>• Einteilung der Klebstoffe</li> <li>• Auslegung von Klebverbindungen</li> <li>• Kennwerte und Simulation</li> <li>• Klebtechnischer Fertigungsprozess</li> <li>• Klebverbindungen im Betrieb</li> <li>• Prozesskette im automobilen Karosserie-Rohbau</li> </ul> |                 |                 |                          |                  |                   |  |

### 3 Vertiefungsrichtungsabhängige Wahlpflichtmodule

|   |  |
|---|--|
|   | <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Innovative Prozesse in der Fertigungstechnik:</i></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Innovative Entwicklungen im Bereich der Feinbearbeitung</li><li>• Innovative Entwicklungen im Bereich der Zerspanungstechnik</li><li>• Simulation in der spanenden Fertigung</li><li>• Rechnerintegrierte Fertigung im Bereich der spanenden Fertigung</li><li>• Warmumformung von ultrahochfesten Stahlwerkstoffen</li><li>• Elektromagnetische Umformung</li><li>• Wirkmedienbasierte Hochgeschwindigkeitsumformung (Explosivumformung, Unterwasserstoßwellen)</li><li>• Blechumformung mit Wirkmedien</li><li>• Inkrementelle Umformung</li></ul> <p><i>Contents of the course Klebtechnische Fertigungsverfahren oder Adhesive Bonding Technologies:</i></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Introduction to adhesive bonding</li><li>• Classification of adhesives</li><li>• Design of adhesively bonded joints</li><li>• Tests and simulation</li><li>• Adhesive bonding production process</li><li>• Adhesive bonds in operation</li><li>• Process chain in car body construction</li></ul>   |
| 5 | <p><b>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:</b></p> <p>Aufbauend auf den Erkenntnissen aus Grundlagenveranstaltungen zur Fertigungstechnik, können die Studierenden in dieser weiterführenden Veranstaltung ihr Wissen in aktuelle Innovationen und Entwicklungen aus der Forschung der umformenden und fügenden Fertigungstechnik vertiefen. Hierdurch werden sie in die Lage versetzt, innovative Entwicklungen zu identifizieren und ihr Anwendungspotential zu bewerten. Basierend auf dem theoretischen und praktischen Wissen sind sie in der Lage die Möglichkeiten und Grenzen umform- und fügetechnischer Fertigungsverfahren zu bestimmen und zu bewerten. Auf Basis dieses tiefgreifenden Wissens über bereits etablierte bzw. neue Verfahrensvarianten, können die Hörer reale produktionstechnische Prozessketten analysieren und Lösungen bzw. Verbesserungsansätze generieren. Die Hörer/innen lernen neben den Fertigungsprozessen der verschiedenen Klebverfahren insbesondere die klebspezifischen Einflussparameter auf das mechanische und physikalische Eigenschaftsprofil von Klebverbindungen kennen. Hierbei wird auch die Hybridfügetechnik behandelt. Neben dieser fachlichen Kompetenz werden die Studierenden befähigt, die innovativen Prozesse analytisch und numerisch zu bestimmen und diese entweder weiter zu entwickeln oder effizient in der industriellen Nutzung anzuwenden.</p> |

### 3 Vertiefungsrichtungsabhängige Wahlpflichtmodule

|    |   |                                |                                    |                                     |
|----|---|--------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|
| 6  | <b>Prüfungsleistung:</b>  |                                |                                    |                                     |
|    | <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%                                |
|    | 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>   |                                |                                    |                                     |
|    | keine / none  |                                |                                    |                                     |
| 8  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:</b>  |                                |                                    |                                     |
|    | keine / none  |                                |                                    |                                     |
| 9  | <b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten:</b>  |                                |                                    |                                     |
|    | Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.  |                                |                                    |                                     |
| 10 | <b>Gewichtung für Gesamtnote:</b>   |                                |                                    |                                     |
|    | Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).   |                                |                                    |                                     |
| 11 | <b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:</b>  |                                |                                    |                                     |
|    | Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau  |                                |                                    |                                     |
| 12 | <b>Modulbeauftragte/r:</b>  |                                |                                    |                                     |
|    | Prof. Dr.-Ing. Gerson Meschut   |                                |                                    |                                     |
| 13 | <b>Sonstige Hinweise:</b>   |                                |                                    |                                     |

### 3.20 Höhere Mechanik

| Höhere Mechanik                |  |                 |                 |                   |                  |                   |
|--------------------------------|--|-----------------|-----------------|-------------------|------------------|-------------------|
| Advanced engineering mechanics |  |                 |                 |                   |                  |                   |
| Modulnummer:                   | Workload (h):  | LP:             | Studiensem.:    | Turnus:           | Dauer (in Sem.): | Sprache:          |
| M.104.7316                     | 240  | 8               | 1.-3. Semester  | Sommersemester    | 1                | de                |
| 1                              | <b>Modulstruktur:</b>  |                 |                 |                   |                  |                   |
|                                | Lehrveranstaltung  | Lehrform        | Kontaktzeit (h) | Selbststudium (h) | Status (P/WP)    | Gruppengröße (TN) |
| a)                             | L.104.22210<br>Elastomechanik  | V2<br>Ü1,<br>SS | 45              | 75                | P                | 20-40             |
| b)                             | L.105.94400<br>Mathematik 4 für Maschinenbau (Numerische Methoden)   | V2<br>Ü1,<br>SS | 45              | 75                | P                | 20-40             |
| 2                              | <b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b><br>keine  |                 |                 |                   |                  |                   |
| 3                              | <b>Teilnahmevoraussetzungen:</b><br>keine / none   |                 |                 |                   |                  |                   |
| 4                              | <b>Inhalte:</b><br><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Elastomechanik:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Problemstellungen des Maschinenbaus: Hyperelastische Probleme, große Deformationen</li> <li>• Grundlagen der Tensorrechnung und deren Anwendung (durch Verzerrungs- und Spannungstensoren)</li> <li>• Einführung in verschiedene Materialmodelle</li> <li>• Einführung in die Finite Elemente Methode</li> </ul><br><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Mathematik 4 für Maschinenbau (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> |                 |                 |                   |                  |                   |

### 3 Vertiefungsrichtungsabhängige Wahlpflichtmodule

| 5  | <p><b>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:</b></p> <p>In der Elastomechanik (als Teilgebiet der Kontinuumsmechanik) lernen die Studenten die Anwendung der Tensorrechnung bei unterschiedlichen hyperelastischen Problemstellungen. Die Berechnung von Deformationen und elastischen Spannungen bei Beanspruchungen wird ermöglicht. Des Weiteren sind sie in der Lage, durch das Erlernen numerischer Methoden, mathematische Problemstellungen (welche in der Regel durch partielle Differentialgleichungen beschrieben werden) zu erkennen, zu analysieren und gezielt durch geeignete numerische Verfahren und Algorithmen zu lösen.</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 border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">zu</th> <th style="text-align: center;">Prüfungsform</th> <th style="text-align: center;">Dauer bzw. Umfang</th> <th style="text-align: center;">Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">a)</td> <td>Klausur oder mündliche Prüfung</td> <td style="text-align: center;">90-120 Minuten oder 30-45 Minuten</td> <td style="text-align: center;">50%</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">b)</td> <td>Klausur</td> <td style="text-align: center;">60-120 Minuten</td> <td style="text-align: center;">50%</td> </tr> </tbody> </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) | Klausur oder mündliche Prüfung | 90-120 Minuten oder 30-45 Minuten | 50% | b) | Klausur | 60-120 Minuten | 50% |
| zu | Prüfungsform   | Dauer bzw. Umfang                 | Gewichtung für die Modulnote |                   |                              |    |                                |                                   |     |    |         |                |     |
| a) | Klausur oder mündliche Prüfung   | 90-120 Minuten oder 30-45 Minuten | 50%                          |                   |                              |    |                                |                                   |     |    |         |                |     |
| b) | Klausur  | 60-120 Minuten                    | 50%                          |                   |                              |    |                                |                                   |     |    |         |                |     |
| 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 | <p><b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:</b></p> <p>Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau</p>  |                                   |                              |                   |                              |    |                                |                                   |     |    |         |                |     |
| 12 | <p><b>Modulbeauftragte/r:</b></p> <p>Prof. Dr. Rolf Mahnken</p>  |                                   |                              |                   |                              |    |                                |                                   |     |    |         |                |     |
| 13 | <p><b>Sonstige Hinweise:</b></p>   |                                   |                              |                   |                              |    |                                |                                   |     |    |         |                |     |

### 3.21 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                                      | <b>Modulstruktur:</b>   |                 |                  |                          |                  |                   |
|  | Lehrveranstaltung   | Lehrform        | Kontaktzeit (h)  | Selbststudium (h)        | Status (P/WP)    | Gruppengröße (TN) |
| a)                                     | L.104.33245<br>Kältetechnik und Wärmepumpentechnik  | V2<br>Ü1,<br>WS | 45               | 75                       | WP               | 20 - 40           |
| b)                                     | L.104.33295<br>Angewandte Wärmepumpentechnik  | V2<br>Ü1,<br>SS | 45               | 75                       | WP               | 20 - 40           |
| 2                                      | <b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b><br>keine   |                 |                  |                          |                  |                   |
| 3                                      | <b>Teilnahmevoraussetzungen:</b><br>Empfohlen: Thermodynamik 1  |                 |                  |                          |                  |                   |
| 4                                      | <b>Inhalte:</b><br><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Kältetechnik und Wärmepumpentechnik:</i><br>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, Exergiebetrauchtungen, 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> |                 |                  |                          |                  |                   |

### 3 Vertiefungsrichtungsabhängige 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 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.</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> <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 Chemieingenieurwesen, 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>   |                                     |                              |    |              |                   |                              |            |                                |                                     |      |

### 3.22 Mechatronik-Fertigung und Projektentwicklung

| Mechatronik-Fertigung und Projektentwicklung |  |                 |                 |                   |                  |                   |  |
|--|--|-----------------|-----------------|-------------------|------------------|-------------------|--|
| Mechatronic production and order processing  |  |                 |                 |                   |                  |                   |  |
| Modulnummer:                                 | Workload (h):  | LP:             | Studiensem.:    | Turnus:           | Dauer (in Sem.): | Sprache:          |  |
| M.104.7310                                   | 240  | 8               | 2./4. Semester  | Sommersemester    | 1                | de                |  |
| 1  | <b>Modulstruktur:</b>  |                 |                 |                   |                  |                   |  |
|  | Lehrveranstaltung  | Lehrform        | Kontaktzeit (h) | Selbststudium (h) | Status (P/WP)    | Gruppengröße (TN) |  |
| a)   | L.104.52296<br>Mechatronik-Fertigung   | V2<br>Ü1,<br>SS | 45              | 75                | P                | 20-40             |  |
| b)   | L.104.52267<br>Abwicklung von Mechatronik-Projekten im Maschinen- und Anlagenbau   | V2<br>Ü1,<br>SS | 45              | 75                | P/WP             | 20-40             |  |
| 2  | <b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b><br>keine  |                 |                 |                   |                  |                   |  |
| 3  | <b>Teilnahmevoraussetzungen:</b><br>keine / none   |                 |                 |                   |                  |                   |  |
| 4  | <b>Inhalte:</b><br><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Mechatronik-Fertigung:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in den Aufbau mechatronischer Systeme</li> <li>• Funktions- und Komponentenmodularisierung</li> <li>• Ermittlung spezifischer Herstellungskosten</li> <li>• Fertigungsverfahren und Prozessketten der Mechatronik</li> <li>• SMD- und THT-Bestückung in der Platinenfertigung</li> <li>• Konfektion von Kabelbäumen für die Leistungselektronik</li> <li>• Test- und Prüfplanung von mechatronischen Komponenten</li> </ul> |                 |                 |                   |                  |                   |  |

### 3 Vertiefungsrichtungsabhängige Wahlpflichtmodule

|    |   | <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Abwicklung von Mechatronik-Projekten im Maschinen- und Anlagenbau:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen – Definitionen, Kennzahlen, Erfolgspotentiale</li> <li>• Akquisition und Verkauf – Erarbeitung kundenspezifischer Problemlösungen, Verhandlungsführung</li> <li>• Entwicklung und Konstruktion – Neu- und Anpassungsentwicklung</li> <li>• Mechatronik im Maschinen- Anlagenbau</li> <li>• Anlagenprojektierung – Projektablauf und Meilensteine</li> <li>• Claim Management – Umgang mit Projektabweichungen, erfolgreicher Projektabschluss</li> <li>• After Sales Services – Klassische Serviceleistungen, neue Ansätze Kundenbindung – vom Kunden zum Partner, soziokulturelle Unterschiede im internationalen Geschäft</li> </ul> |                              |                   |                              |    |                                |                                   |      |    |                                |                                   |      |
|----|---|---|------------------------------|-------------------|------------------------------|----|--------------------------------|-----------------------------------|------|----|--------------------------------|-----------------------------------|------|
| 5  | <p><b>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:</b></p> <p>Mechatronik-Fertigung: Die Vorlesung vermittelt ein umfassendes praxisorientiertes Verständnis der Fertigung mechatronischer Systeme und einzelner Komponenten. Die Studierenden sind in der Lage, mechatronische Systeme in Komponenten- und Funktionsstrukturen zu modularisieren, Prozessketten und Fertigungsverfahren zu planen sowie Herstellkosten zu ermitteln. Abwicklung von Mechatronik-Projekten im Maschinen- und Anlagenbau: Die Vorlesung vermittelt ein umfassendes Instrumentarium an Vorgehensweisen und Methoden zur erfolgreichen Abwicklung mechatronischer Projekte im Maschinen- und Anlagenbau. Die Hörer und Hörerinnen lernen den gesamten Prozess von der Geschäftsanbahnung bis zum erfolgreichen Betrieb beim Kunden kennen. Die Charakteristika kundenspezifischer mechatronischer Lösungen im Maschinen- und Anlagenbau werden dabei besonders berücksichtigt. Die Hörer und Hörerinnen entwickeln ein ganzheitliches Verständnis der Unternehmensprozesse und erlernen abteilungsübergreifendes Denken und Handeln.</p> <p>Die beiden Lehrveranstaltungen werden von Lehrbeauftragten aus der Industrie durchgeführt und sind durch Praxisorientierung und hohen Anwendungsbezug gekennzeichnet.</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 border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 10px;"> <thead> <tr style="background-color: #f2f2f2;"> <th style="width: 10%;">zu</th> <th style="width: 50%;">Prüfungsform</th> <th style="width: 20%;">Dauer bzw. Umfang</th> <th style="width: 20%;">Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">a)</td> <td>Klausur oder mündliche Prüfung</td> <td style="text-align: center;">90-120 Minuten oder 30-45 Minuten</td> <td style="text-align: center;">50 %</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">b)</td> <td>Klausur oder mündliche Prüfung</td> <td style="text-align: center;">90-120 Minuten oder 30-45 Minuten</td> <td style="text-align: center;">50 %</td> </tr> </tbody> </table> <p>In der Prüfung sollen die Studierenden für exemplarische Problemstellungen die zugrundeliegenden Elementarprozesse erläutern sowie geeignete Verfahren und Apparate auswählen und grundlegend auslegen.<br/>Die genaue Prüfungsform wird zu Beginn des Semesters bekannt gegeben.</p> | zu  | Prüfungsform                 | Dauer bzw. Umfang | Gewichtung für die Modulnote | a) | Klausur oder mündliche Prüfung | 90-120 Minuten oder 30-45 Minuten | 50 % | b) | Klausur oder mündliche Prüfung | 90-120 Minuten oder 30-45 Minuten | 50 % |
| zu | Prüfungsform  | Dauer bzw. Umfang   | Gewichtung für die Modulnote |                   |                              |    |                                |                                   |      |    |                                |                                   |      |
| a) | Klausur oder mündliche Prüfung  | 90-120 Minuten oder 30-45 Minuten   | 50 %                         |                   |                              |    |                                |                                   |      |    |                                |                                   |      |
| b) | Klausur oder mündliche Prüfung  | 90-120 Minuten oder 30-45 Minuten   | 50 %                         |                   |                              |    |                                |                                   |      |    |                                |                                   |      |
| 7  | <p><b>Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:</b></p> <p>keine / none</p>  |   |                              |                   |                              |    |                                |                                   |      |    |                                |                                   |      |

### 3 Vertiefungsrichtungsabhängige Wahlpflichtmodule

|    |  |
|----|--|
| 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 Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau                   |
| 12 | <b>Modulbeauftragte/r:</b><br>Prof. Dr. Ansgar Trächtler   |
| 13 | <b>Sonstige Hinweise:</b>  |

### 3.23 Methoden und Werkzeuge in der Produktentwicklung

| Methoden und Werkzeuge in der Produktentwicklung |  |                 |                 |                   |                  |                   |  |
|--|--|-----------------|-----------------|-------------------|------------------|-------------------|--|
| Methods and tools in product design              |  |                 |                 |                   |                  |                   |  |
| Modulnummer:                                     | Workload (h):  | LP:             | Studiensem.:    | Turnus:           | Dauer (in Sem.): | Sprache:          |  |
| M.104.7318                                       | 240  | 8               | 1.-3. Semester  | Sommersemester    | 2                | de                |  |
| 1  | <b>Modulstruktur:</b>  |                 |                 |                   |                  |                   |  |
|  | Lehrveranstaltung  | Lehrform        | Kontaktzeit (h) | Selbststudium (h) | Status (P/WP)    | Gruppengröße (TN) |  |
| a)   | L.104.14210<br>Konstruktionsmethodik   | V2<br>Ü1,<br>SS | 45              | 75                | P                | 30-60             |  |
| b)   | L.104.11245<br>Produktdatenmanagement (PDM)  | V2<br>Ü1,<br>SS | 45              | 75                | P                | 30-60             |  |
| 2  | <b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b><br>keine  |                 |                 |                   |                  |                   |  |
| 3  | <b>Teilnahmevoraussetzungen:</b><br>Empfohlen: Technische Darstellung, Methoden und Hilfsmittel in der Produktentstehung   |                 |                 |                   |                  |                   |  |
| 4  | <b>Inhalte:</b><br><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Konstruktionsmethodik:</i><br>Grundlagen und allgemein einsetzbare Lösungsmethoden (z.B. Analyse, Synthese, Bewusste Negation, konvergentes/divergentes Denken, Analogiebetrachtungen... ) sowie Methoden <ul style="list-style-type: none"> <li>• zur Anregung der Intuition (Brainstorming, Galerie, Delphi, ...)</li> <li>• für die Lösungsfindung und -auswahl (Morphologischer Kasten, Nutzwertanalyse, ...),</li> <li>• zur Produktplanung (Situationsanalyse, Szenariotechnik, ...),</li> <li>• für Konzeption und Gestaltung (Abstraktion, Funktions- und Wirkstruktur, ...),</li> <li>• zur Fehlervermeidung (QFD, FMEA)</li> <li>• zur Abschätzung von Kosten (über Materialkostenanteile, über charakteristische Länge, ...)</li> </ul> |                 |                 |                   |                  |                   |  |

### 3 Vertiefungsrichtungsabhängige Wahlpflichtmodule

#### *Inhalte der Lehrveranstaltung Produktdatenmanagement (PDM):*

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

#### *Contents of the course Konstruktionsmethodik:*

Fundamentals and generally applicable solution methods as well as methods for

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

#### *Contents of the course Produktdatenmanagement (PDM):*

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

### 3 Vertiefungsrichtungsabhängige Wahlpflichtmodule

|    |  |                                |                                    |                                     |
|----|--|--------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|
| 5  | <b>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:</b><br><p>Die Konstruktion ist die Phase der Produktentwicklung, in der eine technische Lösung für eine gegebene Problemstellung ausgearbeitet wird. Entsprechend vertieft das Modul die Grundlagen der Entwicklungsmethodik. Diese Methoden werden durch rechnergestützte Werkzeuge (CAx) unterstützt, die auf CAD und PDM aufbauen und zu einer weitreichenden Rationalisierung der Konstruktion führen. Die Studierenden sind in der Lage, zur Lösung konstruktiver Aufgaben geeignete Entwicklungsmethoden, Gestaltungsregeln und Hilfsmittel zu nennen und anzuwenden. Sie erwerben ein grundständiges Verständnis für den Entstehungsprozess eines Produkts sowohl aus technischer als auch aus organisatorischer Sicht. Sie erfahren, wie systematische Vorgehensweise, Gestaltung, Kreativität und Kooperation im Entwicklungsablauf zusammenwirken und erwerben damit menschliche, methodische und fachliche Kompetenz für die Mitarbeit in oder Leitung von Entwicklungsprojekten. Studierende können IT-Systeme bezüglich ihrer Funktionalität innerhalb des Produktlebenszyklusmanagements einordnen und ihre Einsatzbereiche benennen. Sie können Konzepte zur Integration der verschiedenen Anwendungen erarbeiten und erläutern. Studierende erwerben die Fähigkeit, weitere Werkzeuge bezüglich des Informations- und Datenmanagements, der Angebotsbearbeitung und der Angebotskalkulation zur Optimierung von Prozessen anzuwenden.</p> |                                |                                    |                                     |
| 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 | 120-240 Minuten oder 45-60 Minuten | 100%                                |
|    | <p>In der Prüfung sollen die Studierenden die wesentlichen Grundlagen zur Konstruktionsmethodik und rechnergestützten Produktentwicklung wiedergeben, erklären und anwenden können.</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 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. Iryna Mozgova  |                                |                                    |                                     |
| 13 | <b>Sonstige Hinweise:</b>  |                                |                                    |                                     |

### 3.24 Moderne Methoden der Regelungstechnik 2

| Moderne Methoden der Regelungstechnik 2 |   |                 |                 |                   |                  |                   |  |
|---|---|-----------------|-----------------|-------------------|------------------|-------------------|--|
| Modern methods of automatic control 2   |   |                 |                 |                   |                  |                   |  |
| Modulnummer:                            | Workload (h):   | LP:             | Studiensem.:    | Turnus:           | Dauer (in Sem.): | Sprache:          |  |
| M.104.7319                              | 240   | 8               | 2. Semester     | Sommersemester    | 1                | de                |  |
| 1                                       | <b>Modulstruktur:</b>   |                 |                 |                   |                  |                   |  |
|   | Lehrveranstaltung   | Lehrform        | Kontaktzeit (h) | Selbststudium (h) | Status (P/WP)    | Gruppengröße (TN) |  |
| a)                                      | L.104.52275<br>Optimale Steuerungen und Regelungen  | V2<br>Ü1,<br>SS | 45              | 75                | P                | 20-40             |  |
| b)                                      | L.104.52265<br>Intelligente Regelungen  | V2<br>Ü1,<br>SS | 45              | 75                | P                | 20-40             |  |
| 2                                       | <b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b><br>keine   |                 |                 |                   |                  |                   |  |
| 3                                       | <b>Teilnahmevoraussetzungen:</b><br>Empfohlen: Modul "Moderne Methoden der Regelungstechnik 1" erfolgreich bestanden.   |                 |                 |                   |                  |                   |  |
| 4                                       | <b>Inhalte:</b><br><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Optimale Steuerungen und Regelungen:</i><br>Optimierungsprobleme tauchen im Kontext der Ingenieurwissenschaften an vielen Stellen auf, da Methoden strukturell so ausgelegt werden immer die beste Lösung zu finden. Beispiele hierfür sind optimale Regler oder auch Methoden des maschinellen Lernens, die bei der Anpassung von Parametern auf Optimalitätsprinzipien zurückgreifen. In dieser Veranstaltung wird ein grundsätzliches Verständnis für das Aufstellen und die Lösung von Optimierungsproblemen im allgemeinen Kontext vermittelt. Zusätzlich werden Anwendungen und auf Optimierung basierende Methoden aus der Regelungstechnik behandelt. |                 |                 |                   |                  |                   |  |
|   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der Optimierung</li> <li>• Statische Optimierung (Optimierung ohne Beschränkungen, Optimierung mit Beschränkungen, Technische Anwendungen)</li> <li>• Methoden der globalen Optimierung</li> <li>• Dynamische Optimierung (Optimale Steuerung, Zeitvariante Riccati-Gleichung, Dynamische Programmierung)</li> </ul>  |                 |                 |                   |                  |                   |  |

### 3 Vertiefungsrichtungsabhängige Wahlpflichtmodule

#### *Inhalte der Lehrveranstaltung Intelligente Regelungen:*

In der Regelungstechnik ist die Nutzung von intelligenten und auf Daten basierenden Verfahren schon lange üblich. Im letzten Jahrzehnt sind zusätzlich moderne Ansätze des maschinellen Lernens immer populärer geworden. Vor allem wenn eine konventionelle mathematische Beschreibung zu schwierig oder aufwändig ist, werden alternative Ansätze verfolgt. Daher werden in dieser Veranstaltung intelligente und datenbasierte Verfahren im Kontext der Regelungstechnik vorgestellt. Dabei werden die hier vorgestellten Methoden immer in Bezug zu ihren regelungstechnischen Anwendungen gesetzt.

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

#### *Contents of the course Optimale Steuerungen und Regelungen:*

Optimization problems occur in many areas of engineering, as methods are structurally designed to always find the best solution. Examples of this are optimal controllers or machine learning methods that use optimality principles when adjusting parameters. This course provides a basic understanding of how to set up and solve optimization problems in a general context. In addition, applications and optimization-based methods from control engineering are covered.

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

#### *Contents of the course Intelligente Regelungen:*

The use of intelligent and data-based methods has long been common practice in control engineering. In the last decade, modern machine learning approaches have also become increasingly popular. Especially when a conventional mathematical description is too difficult or costly, alternative approaches are pursued. This course therefore presents intelligent and data-based methods in the context of control engineering. The methods presented here are always placed in relation to their control engineering applications.

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

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

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

### 3 Vertiefungsrichtungsabhängige Wahlpflichtmodule

|            | <p>Intelligente Regelungen Die Studierenden haben Kenntnisse über Methoden der künstlichen Intelligenz und maschinellen Lernverfahren und können diese anwenden und erklären. Sie sind in der Lage, zu entscheiden welche dieser Methoden auf eine vorliegende regelungstechnische Aufgabenstellung anzuwenden ist und wie eine intelligente Regelung ausgelegt werden kann.</p> <p>Optimal control The students have knowledge of mathematical optimization in the design of control systems and are able to explain it. They are able to formulate an optimization problem according to the technical task, to select the appropriate optimization method (static or dynamic, unlimited or limited, linear or nonlinear, etc.) and to solve the optimization task.</p> <p>Intelligent control The students have knowledge about methods of artificial intelligence and machine learning and can apply and explain them. They are able to decide which of these methods is to be applied to a given control task and how an intelligent control system can be designed.</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>60 Minuten</td> <td>100%</td> </tr> </tbody> </table> <p>Optimale Steuerungen und Regelungen In der Prüfung sollen die Studierenden für exemplarische Problemstellungen geeignete Methoden zur Optimierung auswählen und diese auf technische Systeme anwenden können. Intelligente Regelungen In der Prüfung sollen die Studierenden die behandelten Methoden der intelligenten Regelungen erklären und diese auf exemplarische Problemstellungen anwenden können.</p>   | zu                | Prüfungsform                 | Dauer bzw. Umfang | Gewichtung für die Modulnote | a) -<br>b) | mündliche Prüfung | 60 Minuten | 100% |
| zu         | Prüfungsform   | Dauer bzw. Umfang | Gewichtung für die Modulnote |                   |                              |            |                   |            |      |
| a) -<br>b) | mündliche Prüfung  | 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 Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau</p>  |                   |                              |                   |                              |            |                   |            |      |
| 12         | <p><b>Modulbeauftragte/r:</b></p> <p>Dr.-Ing. Julia Timmermann, Prof. Dr. Ansgar Trächtler</p>   |                   |                              |                   |                              |            |                   |            |      |
| 13         | <p><b>Sonstige Hinweise:</b></p>   |                   |                              |                   |                              |            |                   |            |      |

### 3.25 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>Spritzgießsonderverfahren       | 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  |                 |                        |                          |                         |                          |  |

### 3 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>• Nadelverschlussysteme</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>   |

### 3 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 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 Minuten oder 45-60 Minuten</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 | 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 Chemieingenieurwesen, 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>   |                                    |                              |                   |                              |            |                                |                                    |      |

## 3.26 Nanostrukturphysik

| Nanostrukturphysik |   |                 |                        |                          |                      |                          |  |
|--------------------|---|-----------------|------------------------|--------------------------|----------------------|--------------------------|--|
| Modulnummer:       | Workload (h):   | LP:             | Studiensem.:           | Turnus:                  | Dauer (in Sem.):     | Sprache:                 |  |
| M.128.85104        | 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.128.17070<br>Physics and technology of nanomaterials  | V3<br>Ü1,<br>WS | 60                     | 60                       | P                    | 20-40                    |  |
| b)                 | L.128.17510<br>Mikroskopie und Spektroskopie mit Elektronen   | V2<br>Ü2,<br>WS | 60                     | 60                       | P                    | 20-40                    |  |
| 2                  | <b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b><br>keine   |                 |                        |                          |                      |                          |  |
| 3                  | <b>Teilnahmevoraussetzungen:</b><br>keine<br><i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Mikroskopie und Spektroskopie mit Elektronen:</i><br>Teilnehmer sollten mit den Grundlagen der Kristallographie und Quantenmechanik vertraut sein.<br><i>Prerequisites of course Mikroskopie und Spektroskopie mit Elektronen:</i><br>Participants need to know the fundamentals of crystallography and quantum mechanics.   |                 |                        |                          |                      |                          |  |
| 4                  | <b>Inhalte:</b><br><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Physics and technology of nanomaterials:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Definition, Klassifikation und Bedeutung von Nanomaterialien einschließlich ihrer Herstellungsverfahren</li> <li>• Herstellung dünner Schichten aus der flüssigen Phase und dem Vakuum</li> <li>• Strukturierung und Modifikation dünner Schichten mittels thermischer, nasschemischer, ionenstrahlgestützter und plasmabasierter Verfahren</li> <li>• Laterale Strukturierung dünner Schichten und Oberflächen mittels konventioneller und moderner Lithographieverfahren</li> <li>• Herstellung, Prozessierung und Anwendung ein-, zwei- und dreidimensionaler Nanoobjekte (Nanodrähte und -röhrchen, Graphen und verwandte Materialien, Nanocluster, Core-Shell-Strukturen)</li> </ul> |                 |                        |                          |                      |                          |  |

### 3 Vertiefungsrichtungsabhängige Wahlpflichtmodule

#### *Inhalte der Lehrveranstaltung Mikroskopie und Spektroskopie mit Elektronen:*

Im Rahmen des Moduls werden die Grundlagen der Transmissionselektronenmikroskopie in voller Breite vermittelt und ihre Anwendung zur Charakterisierung von Materialien auf der Nano- und Subnanometerskala erläutert.

- Elektronenoptische Komponenten und Strahlengänge in (Raster-) Transmissionselektronenmikroskopen (S)TEM
- Elektronenmikroskopische Präparationsverfahren
- Abbildungsverfahren und Kontrastarten
- Elektronenbeugung
- Elektron-Festkörper-Wechselwirkung
- Kinematische und dynamische Theorie der Elektronenbeugung
- Konventionelle Elektronenmikroskopie und Gitterdefekte
- Kontrastübertragung und Hochauflösung
- Energiedispersive Röntgenspektroskopie EDS
- Elektronenenergieverlustspektroskopie EELS in TEM und STEM
- Spektroskopie von Inter- und Intradbandübergängen sowie Plasmonen
- Energiegefilterte Transmissionselektronenmikroskopie EFTEM

#### *Contents of the course Physics and technology of nanomaterials:*

- Definition, classification and significance of nanomaterials including their fabrication techniques
- Fabrication of thin films from liquid and from vapour phase
- Patterning and modification of thin films by means of thermal, wet-chemical, ion beam and plasma based techniques
- Lateral patterning of thin films and surfaces by means of conventional and modern lithography techniques
- Fabrication, processing and application of one-, two- and three-dimensional nano-objects (nanowires and nanotubes, graphene and related materials, nanoclusters, core-shell structures)

#### *Contents of the course Mikroskopie und Spektroskopie mit Elektronen:*

In this course participants learn the fundamentals of transmission electron microscopy in full width and their application to the characterization of materials on the nano- and sub-nano-scale.

- Electron optical components and beam paths in (scanning-) transmission electron microscopes (S)TEM
- Electron microscopic preparation techniques
- Imaging techniques and types of contrast
- Electron diffraction
- Electron-solid interactions
- Kinematic and Dynamic Theory of electron diffraction
- Conventional electron microscopy and lattice defects
- Contrast transfer and high-resolution
- Energy dispersive X-ray spectroscopy EDS
- Electron energy loss spectroscopy EELS in TEM and STEM
- Spectroscopy of inter- and intraband transitions as well as plasmons
- Energy filtered transmission electron microscopy EFTEM

### 3 Vertiefungsrichtungsabhängige Wahlpflichtmodule

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

Physik und Technologie von Nanomaterialien: Die Studierenden sollen befähigt werden, technologische Konzepte zur Herstellung nanostrukturierter Materialien und Oberflächen zu erarbeiten und deren Erfolgsaussichten abzuschätzen. Die Studierenden

- verstehen die besonderen Eigenschaften, die Materialien durch Nanostrukturierung bekommen,
- kennen unterschiedliche grundlegende Konzepte und Verfahren zur Herstellung von Strukturen, die in einer, zwei oder drei Dimensionen nanoskalige Abmessungen haben,
- verstehen die physikalischen Hintergründe dieser Verfahren auf atomistischer oder molekularer Basis,
- können die qualitativen bzw. quantitativen Modelle, die solche Verfahren beschreiben, anwenden,
- haben die Fähigkeit, die erlernten Methoden auf neue Fragestellungen und Materialsysteme disziplinübergreifend anzuwenden und in unterschiedlichen Weisen miteinander zu kombinieren,
- sind in der Lage, sich zusätzliche Technologien der Nanostrukturherstellung durch Studium der Fachliteratur und aus Internetquellen selbstständig zu erarbeiten und reflektiert zu präsentieren.

Mikroskopie und Spektroskopie mit Elektronen: Ziel dieser Veranstaltung ist das umfassende Kennenlernen der methodischen Möglichkeiten moderner Transmissions-elektronenmikroskope zur Strukturaufklärung von Materialien vor dem Hintergrund einer quantenmechanischen Berechnung der Wechselwirkung zwischen Elektronenwelle und kondensierter Materie. Die Studierenden

- verstehen die Ausbreitung einer Elektronenwelle in kristallinen Materialien mit und ohne Kristalldefekten sowie den Transport eines Elektronenstrahls durch das Mikroskop von der Elektronenquelle bis zum Detektor,
- sind in der Lage, für die Untersuchung verschiedener Problemstellungen die geeigneten Strahlengänge und Untersuchungsmethoden auszuwählen und die hiermit generierten Bildkontraste zu interpretieren,
- haben die Fähigkeit, einfache Elektronenbeugungsdiagramme auszuwerten,
- sind in der Lage, in der Fachliteratur wiedergegebene TEM-Aufnahmen hinsichtlich der zugrunde liegenden Realstruktur zu interpretieren,
- sind in der Lage, die in EELS- und EDS-Spektren enthaltenen Informationen über die atomare Zusammensetzung und die elektronische Struktur fester Stoffe nachzuvollziehen,
- können mit Standardprogrammen der Elektronenmikroskopie umgehen.

### 3 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>           | <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 Chemieingenieurwesen, Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau               |                                |                                    |                                     |
| 12 | <b>Modulbeauftragte/r:</b><br>Prof. Dr. Jörg Lindner   |                                |                                    |                                     |
| 13 | <b>Sonstige Hinweise:</b>  |                                |                                    |                                     |

## 3.27 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               | <b>Modulstruktur:</b>   |                 |                 |                   |                  |                   |  |
|                 | 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               | <b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b><br>keine   |                 |                 |                   |                  |                   |  |
| 3               | <b>Teilnahmevoraussetzungen:</b><br><i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Angewandte Nanotechnologie:</i><br>Empfohlen: Besuch der Vorlesung 'Grundlagen der Nanotechnologie' |                 |                 |                   |                  |                   |  |

### 3 Vertiefungsrichtungsabhängige Wahlpflichtmodule

| 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 auszuwählen 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" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 5px;"> <thead> <tr style="background-color: #f2f2f2;"> <th style="width: 10%; text-align: center;">zu</th> <th style="width: 50%; text-align: center;">Prüfungsform</th> <th style="width: 20%; text-align: center;">Dauer bzw. Umfang</th> <th style="width: 20%; text-align: center;">Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">a) -<br/>b)</td> <td style="text-align: center;">Klausur oder mündliche Prüfung</td> <td style="text-align: center;">180 - 240 Min.<br/>oder 45 - 60 Min.</td> <td style="text-align: center;">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 Vertiefungsrichtungsabhängige Wahlpflichtmodule

|    |  |             |                          |
|----|--|-------------|--------------------------|
| 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>  |             |                          |

## 3.28 Partikeltechnik

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

### 3 Vertiefungsrichtungsabhängige Wahlpflichtmodule

4

#### **Inhalte:**

##### *Inhalte der Lehrveranstaltung Produktanalyse:*

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

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

##### *Inhalte der Lehrveranstaltung Particle Synthesis:*

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

### 3 Vertiefungsrichtungsabhängige Wahlpflichtmodule

| 5  | <p><b>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:</b></p> <p>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 durchzuführen. 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.</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 border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 5%;">zu</th> <th style="width: 55%;">Prüfungsform</th> <th style="width: 20%;">Dauer bzw. Umfang</th> <th style="width: 20%;">Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>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> <p>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 12,5 % an der Modulabschlussnote. Das Praktikum Particle Synthesis besteht aus einer separaten Teilprüfung mit einem Anteil von 7,5 % an der Modulabschlussnote.</p>  | 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. |
| 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  | <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>   |                   |                              |                   |                              |    |                                |  |      |    |                         |  |      |    |                                |  |      |    |                         |  |      |

### 3 Vertiefungsrichtungsabhängige 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 Chemieingenieurwesen                 |
| 12 | <b>Modulbeauftragte/r:</b><br>Prof. Dr. Hans-Joachim Schmid  |
| 13 | <b>Sonstige Hinweise:</b>  |

### 3.29 Piezoelektrische Systeme, Schwingungsmessung und -analyse

| Piezoelektrische Systeme, Schwingungsmessung und -analyse |  |                 |                 |                   |                  |                   |
|---|--|-----------------|-----------------|-------------------|------------------|-------------------|
| Piezoelectric systems, vibration measurement and analysis |  |                 |                 |                   |                  |                   |
| Modulnummer:  | Workload (h):                                  | LP:             | Studiensem.:    | Turnus:           | Dauer (in Sem.): | Sprache:          |
| M.104.7340  | 240  | 8               | 1.-4. Semester  | Sommersemester    | 1                | de                |
| 1   | <b>Modulstruktur:</b>                          |                 |                 |                   |                  |                   |
|   | Lehrveranstaltung                              | Lehrform        | Kontaktzeit (h) | Selbststudium (h) | Status (P/WP)    | Gruppengröße (TN) |
| a)  | L.104.12280<br>Piezoelektrische Systeme        | V2<br>Ü1,<br>SS | 45              | 75                | P                | 10 - 30           |
| b)  | L.104.12246<br>Schwingungsmessung und -analyse | V1<br>Ü2,<br>SS | 45              | 75                | P                | 10 - 30           |
| 2   | <b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b> |                 |                 |                   |                  |                   |
|   | keine / none                                   |                 |                 |                   |                  |                   |

### 3 Vertiefungsrichtungsabhängige Wahlpflichtmodule

|   |   |
|---|---|
| 3 | <p><b>Teilnahmevoraussetzungen:</b></p> <p>Empfohlen: Voraussetzungen für die Lehrveranstaltung sind Grundkenntnisse in Mathematik, Mechanik und Elektrotechnik wie sie in den Vorlesungen des Maschinenbau-Grundstudiums vermittelt werden. Die Inhalte der Veranstaltungen "Maschinen- und Systemdynamik", "Messtechnik", "Sensorik und Aktorik" und "Multifunktionale Materialien" sind für das Verständnis des Stoffes hilfreich.</p> <p><i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Piezoelektrische Systeme:</i><br/>Voraussetzungen für die Lehrveranstaltung sind Grundkenntnisse in Mathematik, Mechanik und Elektrotechnik wie sie in den Vorlesungen des Maschinenbau-Grundstudiums vermittelt werden. Die Inhalte der Veranstaltungen "Maschinen- und Systemdynamik", "Messtechnik" und "Multifunktionale Materialien" sind für das Verständnis des Stoffes hilfreich.</p> <p><i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Schwingungsmessung und -analyse:</i><br/>Voraussetzungen für die Lehrveranstaltung sind Grundkenntnisse aus dem Bereich der Schwingungslehre, wie sie in den Vorlesungen des Bachelorstudiums Maschinenbau vermittelt werden.</p> <p><i>Prerequisites of course Piezoelektrische Systeme:</i><br/>Prerequisites for the course are basic knowledge of mathematics, mechanics and electrical engineering as taught in the lectures of the mechanical engineering basic course. The contents of the courses "Machine and System Dynamics", "Measurement Technology" and "Multifunctional Materials" are helpful for understanding the material. Please note that this course is part of the module "Piezoelectric Systems, Vibration Measurement and Analysis" and the module exam can only be taken after participation in both parts.</p> <p><i>Prerequisites of course Schwingungsmessung und -analyse:</i><br/>Prerequisites for the course are basic knowledge from the field of vibration theory, as taught in the lectures of the bachelor's degree in mechanical engineering.</p> |
| 4 | <p><b>Inhalte:</b></p> <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Piezoelektrische Systeme:</i><br/>Piezoelektrische Werkstoffe werden in Aktoren und Sensoren eingesetzt und gewinnen dadurch zunehmende technische Bedeutung. Schwerpunkte der Vorlesung sind verschiedene Berechnungsmethoden für den Entwurf dynamisch betriebener Systeme (Kontinuumsmodelle, Ersatzschaltbilder, FEM). Dabei wird sowohl auf die Mechanik der Systeme als auch deren elektrische Speisung und Regelung eingegangen. Neben der abstrakten Modellierung steht der Praxisbezug im Vordergrund. Im Rahmen von Vorträgen werden industrierelevante Anwendungsbeispiele präsentiert und in darauf folgenden Laborübungen analysiert. Dabei werden Kenntnisse im Bereich berührungsloser Schwingungsmesstechnik und Messung elektrischer Größen mit PC-basierten Systemen vermittelt. Die theoretisch erarbeiteten Kenntnisse werden in Form von Übungen angewandt.</p> <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Schwingungsmessung und -analyse:</i><br/>Die rechnergestützte Messung und Analyse dynamischer Bauteileigenschaften spielen eine wichtige Rolle im modernen Produktentwicklungszyklus. Die experimentelle Modalanalyse ist eines der wichtigsten Messverfahren in diesem Bereich. Sie wird z. B. in der Luft- und Raumfahrttechnik aber auch im Automobilbau an vielen Stellen eingesetzt und stellt eine modale Beschreibung dynamischer Systemeigenschaften zur Verfügung. Diese wird aus gemessenen Übertragungsfunktionen (z. B. zwischen Kräften als Referenz oder Eingang in das System und Beschleunigungen als Antworten oder Ausgang des Systems) bestimmt. Die Veranstaltung vermittelt die theoretischen Grundlagen der experimentellen Modalanalyse. Es wird großer Wert auf die praktische Umsetzung gelegt. Mehrere Anwendungsbeispiele bieten Gelegenheit zur praktischen Anwendung des Verfahrens.</p>   |

### 3 Vertiefungsrichtungsabhängige Wahlpflichtmodule

|   |  |
|---|--|
|   | <p><i>Contents of the course Piezoelektrische Systeme:</i><br/>Piezoelectric materials are used in actuators and sensors and are therefore becoming increasingly important in technical terms. The lecture focuses on various calculation methods for the design of dynamically operated systems (continuum models, equivalent circuit diagrams, FEM). The mechanics of the systems as well as their electrical supply and control are discussed. In addition to the abstract modeling, the focus is on practical relevance. Industry-relevant application examples are presented in lectures and analyzed in subsequent laboratory exercises. Knowledge in the field of non-contact vibration measurement technology and measurement of electrical variables with PC-based systems is imparted. The theoretically acquired knowledge is applied in the form of exercises.</p> <p><i>Contents of the course Schwingungsmessung und -analyse:</i><br/>The computer-aided measurement and analysis of dynamic component properties play an important role in the modern product development cycle. The experimental modal analysis is one of the most important measurement methods in this area. It is used in aerospace engineering but also in automotive engineering in many places and provides a modal description of dynamic system properties. This is determined from measured transfer functions (e.g. between forces as reference or input to the system and accelerations as responses or output of the system). The course conveys the theoretical basics of experimental modal analysis. Great importance is attached to the practical implementation. Several application examples provide an opportunity for the practical application of the method.</p>  |
| 5 | <p><b>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:</b></p> <p>Piezoelektrische Systeme: Die Studierenden verfügen über weitreichende Kenntnisse piezoelektrischer Systeme und deren Einsatzgebiete. Ihnen sind grundlegend verschiedene Nutzungsarten bekannt. Sie sind in der Lage, quasistatische Aktoren applikationsspezifisch zu dimensionieren und experimentell zu charakterisieren. Sie sind mit der Modellierung und experimentellen Parameteridentifikation unterschiedlicher Aktoren vertraut. Sie können Berechnungsmethoden für den Entwurf dynamisch betriebener Systeme erläutern und diese selbstständig anwendungsgerecht einsetzen.</p> <p>Schwingungsmessung und -analyse: Die Studierenden verfügen über ein umfangreiches Grundlagenwissen der experimentellen Modalanalyse und können die theoretischen Hintergründe erläutern. Sie sind in der Lage, Schwingungsanalysen zu planen, vorzubereiten und durchzuführen. Sie sind mit der Nutzung der benötigten Soft- und Hardware vertraut, können Ergebnisse analysieren und interpretieren.</p> <p>Piezoelectric systems: The students have extensive knowledge of piezoelectric systems and their areas of application. The students are familiar with fundamentally different types of use. They are able to dimension quasi-static actuators specific to the application and to characterize them experimentally. They are familiar with the modeling and experimental parameter identification of different actors. They can explain calculation methods for the design of dynamically operated systems and use them independently in an application-oriented manner.</p> <p>Vibration measurement and analysis: The students have extensive basic knowledge of experimental modal analysis and can explain the theoretical background. They are able to plan, prepare and carry out vibration analyses. They are familiar with the use of the required software and hardware and can analyze and interpret results.</p> |

### 3 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> | <b>Gewichtung für die Modulnote</b> |
| a) -<br>b)  | mündliche Prüfung  | 45 - 60 min              | 100%                                |
| <p>In der Prüfung sollen die Studierenden die wesentlichen Grundlagen zu piezoelektrischen Systemen, Schwingungsmessung und -analyse wiedergeben, erklären und anwenden können.</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 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>Dr. Ing. Tobias Hemsel, Prof. Dr.-Ing. habil. Walter Sextro  |                          |                                     |
| 13  | <b>Sonstige Hinweise:</b><br><p><i>Hinweise der Lehrveranstaltung Piezoelektrische Systeme:</i><br/>         Bitte beachten Sie, dass diese Lehrveranstaltung Teil des Moduls "Piezoelektrische Systeme, Schwingungsmessung und -analyse" ist und die Modulprüfung erst nach Teilnahme an beiden Teilen erfolgen kann.</p> <p><i>Hinweise der Lehrveranstaltung Schwingungsmessung und -analyse:</i><br/>         Bitte beachten Sie, dass diese Lehrveranstaltung Teil des Moduls "Piezoelektrische Systeme, Schwingungsmessung und -analyse" ist und die Modulprüfung erst nach Teilnahme an beiden Teilen erfolgen kann.</p> <p><i>Remarks of course Piezoelektrische Systeme:</i><br/>         Please note that this course is part of the module "Piezoelectric Systems, Vibration Measurement and Analysis" and the module exam can only be taken after participation in both parts.</p> <p><i>Remarks of course Schwingungsmessung und -analyse:</i><br/>         Please note that this course is part of the module "Piezoelectric Systems, Vibration Measurement and Analysis" and the module exam can only be taken after participation in both parts.</p> |                          |                                     |

## 3.30 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   | <b>Modulstruktur:</b>  |                 |                 |                   |                  |                   |  |
|   | 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   | <b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b><br>keine  |                 |                 |                   |                  |                   |  |
| 3   | <b>Teilnahmevoraussetzungen:</b><br>Empfohlen: Werkstoffkunde der Kunststoffe<br><i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Metallische Werkstoffe für den Fahrzeugbau:</i><br>Grundkenntnisse in Werkstoffkunde  |                 |                 |                   |                  |                   |  |
| 4   | <b>Inhalte:</b><br><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Metallische Werkstoffe für den Fahrzeugbau:</i><br>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> |                 |                 |                   |                  |                   |  |

### 3 Vertiefungsrichtungsabhängige Wahlpflichtmodule

|            | <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Werkstoffmechanik der Kunststoffe:</i></p> <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          | <p><b>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:</b></p> <p>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.</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" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">zu</th> <th style="width: 50%;">Prüfungsform</th> <th style="width: 20%;">Dauer bzw. Umfang</th> <th style="width: 20%;">Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a) -<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 Chemieingenieurwesen, Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau</p>  |  |                              |    |              |                   |                              |            |                                |  |      |
| 12         | <p><b>Modulbeauftragte/r:</b></p> <p>Prof. Mirko Schaper</p>   |  |                              |    |              |                   |                              |            |                                |  |      |

### *3 Vertiefungsrichtungsabhängige Wahlpflichtmodule*

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

### 3.31 Prozessintensivierung und -simulation

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

### 3 Vertiefungsrichtungsabhängige Wahlpflichtmodule

|   |   |
|---|---|
| 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. Periodische Betriebsführung</li><li>8. Mikroverfahrenstechnik</li><li>9. 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)<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> |
|---|---|

### 3 Vertiefungsrichtungsabhängige Wahlpflichtmodule

| 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>  |                   |                              |                   |                              |    |                   |               |      |    |                         |  |            |
|----|---|-------------------|------------------------------|-------------------|------------------------------|----|-------------------|---------------|------|----|-------------------------|--|------------|
| 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" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">zu</th> <th style="width: 50%;">Prüfungsform</th> <th style="width: 20%;">Dauer bzw. Umfang</th> <th style="width: 20%;">Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">a)</td> <td>mündliche Prüfung</td> <td style="text-align: center;">30-45 Minuten</td> <td style="text-align: center;">50 %</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">b)</td> <td>Gesamtheit der Versuche</td> <td></td> <td style="text-align: center;">50 %; s.u.</td> </tr> </tbody> </table> <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> | zu                | Prüfungsform                 | Dauer bzw. Umfang | Gewichtung für die Modulnote | a) | mündliche Prüfung | 30-45 Minuten | 50 % | b) | Gesamtheit der Versuche |  | 50 %; s.u. |
| zu | Prüfungsform  | Dauer bzw. Umfang | Gewichtung für die Modulnote |                   |                              |    |                   |               |      |    |                         |  |            |
| a) | mündliche Prüfung   | 30-45 Minuten     | 50 %                         |                   |                              |    |                   |               |      |    |                         |  |            |
| b) | Gesamtheit der Versuche   |                   | 50 %; s.u.                   |                   |                              |    |                   |               |      |    |                         |  |            |
| 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>   |                   |                              |                   |                              |    |                   |               |      |    |                         |  |            |

### 3 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>  |

### 3.32 Regelungstechnik, Modellbildung und Simulation

| Regelungstechnik, Modellbildung und Simulation (MA) |  |                 |                 |                   |                  |                   |  |
|---|--|-----------------|-----------------|-------------------|------------------|-------------------|--|
| Control, Modelling and Simulation                   |  |                 |                 |                   |                  |                   |  |
| Modulnummer:  | Workload (h):  | LP:             | Studiensem.:    | Turnus:           | Dauer (in Sem.): | Sprache:          |  |
| M.104.4230  | 240  | 8               | 2. Semester     | Sommersemester    | 1                | de                |  |
| 1   | <b>Modulstruktur:</b>  |                 |                 |                   |                  |                   |  |
|   | Lehrveranstaltung  | Lehrform        | Kontaktzeit (h) | Selbststudium (h) | Status (P/WP)    | Gruppengröße (TN) |  |
| 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>                                 |                 |                 |                   |                  |                   |  |

### 3 Vertiefungsrichtungsabhängige Wahlpflichtmodule

|   |  |
|---|--|
| 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><br/>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 | <p><b>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:</b></p>  |

### 3 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>               | <b>Gewichtung für die Modulnote</b> |
|    | a) -<br>b)  | Klausur oder mündliche Prüfung | 180 - 240 Minuten oder 45 - 60 Minuten | 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 Chemieingenieurwesen  |                                |  |                                     |
| 12 | <b>Modulbeauftragte/r:</b><br>Prof. Dr. Ansgar Trächtler  |                                |  |                                     |
| 13 | <b>Sonstige Hinweise:</b><br>Dieses Bachelormodul kann im Master Chemieingenieurwesen als Technisches Modul und im Master Maschinenbau als Vertiefungsrichtungsspezifisches Modul ausschließlich in der Vertiefungsrichtung Ingenieurinformatik gewählt werden. |                                |  |                                     |

## 3.33 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  | <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.104.42240<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  | <b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b><br>keine   |                 |                        |                          |                      |                          |  |
| 3  | <b>Teilnahmevoraussetzungen:</b><br>Empfohlen: Grundlagen der Verfahrenstechnik und der Kunststoffverarbeitung, Werkstoffkunde der Kunststoffe<br><i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Kautschukverarbeitung:</i><br>Empfohlen: Grundlagen der Verfahrenstechnik und der Kunststoffverarbeitung  |                 |                        |                          |                      |                          |  |
| 4  | <b>Inhalte:</b><br><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Faserverbundmaterialien:</i> <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> |                 |                        |                          |                      |                          |  |

### 3 Vertiefungsrichtungsabhängige Wahlpflichtmodule

|            | <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Kautschukverarbeitung:</i></p> <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          | <p><b>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:</b></p> <p>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.</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" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">zu</th> <th style="width: 50%;">Prüfungsform</th> <th style="width: 20%;">Dauer bzw. Umfang</th> <th style="width: 20%;">Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a) -<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 Chemieingenieurwesen, Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau</p>  |                                    |                              |    |              |                   |                              |            |                                |                                    |      |
| 12         | <p><b>Modulbeauftragte/r:</b></p> <p>Prof. Dr.-Ing. Elmar Moritzer</p>   |                                    |                              |    |              |                   |                              |            |                                |                                    |      |

### 3 Vertiefungsrichtungsabhängige Wahlpflichtmodule

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

### 3.34 Standardsoftware und Anwendungsprogrammierung im Maschinenbau

| Standardsoftware und Anwendungsprogrammierung im Maschinenbau       |  |                 |                 |                   |                  |                   |  |
|---|--|-----------------|-----------------|-------------------|------------------|-------------------|--|
| Standard software and applied programming in mechanical engineering |  |                 |                 |                   |                  |                   |  |
| Modulnummer:  | Workload (h):  | LP:             | Studiensem.:    | Turnus:           | Dauer (in Sem.): | Sprache:          |  |
| M.104.7325  | 240  | 8               | 1.-3. Semester  | Wintersemester    | 1                | de                |  |
| 1   | <b>Modulstruktur:</b>  |                 |                 |                   |                  |                   |  |
|   | Lehrveranstaltung  | Lehrform        | Kontaktzeit (h) | Selbststudium (h) | Status (P/WP)    | Gruppengröße (TN) |  |
| a)  | L.104.11240<br>Standardsoftware im Maschinenbau  | V2<br>Ü1,<br>WS | 45              | 75                | P                | 20 - 40           |  |
| b)  | L.104.11710<br>CAE-Anwendungsprogrammierung in einer höheren Programmiersprache  | V2<br>Ü1,<br>WS | 45              | 75                | P                | 20 - 40           |  |
| 2   | <b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b><br>keine  |                 |                 |                   |                  |                   |  |
| 3   | <b>Teilnahmevoraussetzungen:</b><br>keine / none   |                 |                 |                   |                  |                   |  |
| 4   | <b>Inhalte:</b><br><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Standardsoftware im Maschinenbau:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• MS Office Produkte</li> <li>• Internet und Co.</li> <li>• Grafikerstellung und Bildbearbeitung</li> <li>• 3D Visualisierung</li> </ul><br><i>Inhalte der Lehrveranstaltung CAE-Anwendungsprogrammierung in einer höheren Programmiersprache:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vertiefung von Grundlagen</li> <li>• Programmiersprache</li> <li>• Skriptsprache</li> </ul> |                 |                 |                   |                  |                   |  |

### 3 Vertiefungsrichtungsabhängige Wahlpflichtmodule

| 5          | <p><b>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:</b></p> <p>Den Studierenden wird der sichere Umgang mit Standardsoftware und dem Internet zur Lösung komplexer Problemstellungen näher gebracht. Weiterhin werden Einblicke in Programme und Anwendungen geboten, die Alternativen zu der herkömmlichen Software bieten. Die Lehrveranstaltung richtet sich besonders an Studierende, denen der "normale" Softwaregebrauch, die Kenntnisse darüber und die praktische Anwendung im Studium zu kurz kommen.</p> <p>Den Studierenden werden die Elemente der Anwendungsprogrammierung im Maschinenbau vermittelt. Dabei steht die Vertiefung von Grundlagen der höheren Anwendungsprogrammierung mit der Unterscheidung zwischen Programmier- und Skriptsprachen im Vordergrund. Zahlreiche Beispiele und praktische Übungsaufgaben fördern das Verständnis und die unmittelbare Anwendung.</p> <p>In beiden Veranstaltungen werden Vorlesung und praktische Übungen eng miteinander verknüpft um die Lehrinhalte optimal dem Kenntnisstand der Studierenden anzupassen.</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" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">zu</th> <th style="text-align: center;">Prüfungsform</th> <th style="text-align: center;">Dauer bzw. Umfang</th> <th style="text-align: center;">Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">a) -<br/>b)</td> <td>Klausur oder mündliche Prüfung</td> <td style="text-align: center;">180 - 240 Minuten oder 45 - 60 Minuten</td> <td style="text-align: center;">100%</td> </tr> </tbody> </table> <p>In der Prüfung sollen die Studierenden für exemplarische Problemstellungen die zugrundeliegenden Elementarprozesse 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% |
| 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>keine</p>   |  |                              |                   |                              |            |                                |  |      |
| 12         | <p><b>Modulbeauftragte/r:</b></p> <p>Prof. Dr. Iryna Mozgova</p>   |  |                              |                   |                              |            |                                |  |      |

### 3 Vertiefungsrichtungsabhängige Wahlpflichtmodule

|    |   |
|----|---|
| 13 | <p><b>Sonstige Hinweise:</b></p> <p><i>Hinweise der Lehrveranstaltung CAE-Anwendungsprogrammierung in einer höheren Programmiersprache:</i></p> <p>Die Lehrform ist fehlerhaft übertragen worden. Es handelt sich bei dieser Lehrveranstaltung um den Typ V2Ü1. Die Veranstaltung findet schon immer im WS statt.</p> |
|----|---|

### 3.35 Systemzuverlässigkeit

| Systemzuverlässigkeit    |   |  |                 |                   |                  |                   |  |
|--------------------------|---|--|-----------------|-------------------|------------------|-------------------|--|
| Dependability of systems |   |  |                 |                   |                  |                   |  |
| Modulnummer:             | Workload (h):   | LP:                                      | Studiensem.:    | Turnus:           | Dauer (in Sem.): | Sprache:          |  |
| M.104.7327               | 240   | 8  | 1.-3. Semester  | Sommersemester    | 1                | de / en           |  |
| 1                        | <b>Modulstruktur:</b>   |  |                 |                   |                  |                   |  |
|                          | Lehrveranstaltung   | Lehrform                                 | Kontaktzeit (h) | Selbststudium (h) | Status (P/WP)    | Gruppengröße (TN) |  |
| a)                       | L.104.12287<br>Zuverlässigkeit mechatronischer Systeme  | Blockve<br>im Um-<br>fang<br>V2 Ü1<br>SS | 45              | 75                | P                | 10-30             |  |
| b)                       | L.104.12283<br>Condition Monitoring of Technical Systems  | Blockve<br>im Um-<br>fang<br>V2 Ü1<br>SS | 45              | 75                | P                | 10-30             |  |
| 2                        | <b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b><br>keine   |  |                 |                   |                  |                   |  |
| 3                        | <b>Teilnahmevoraussetzungen:</b><br><i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Zuverlässigkeit mechatronischer Systeme:</i><br>Empfohlen: Voraussetzungen für die Lehrveranstaltung sind Grundkenntnisse im Bereich Mechatronik, wie sie in den Vorlesungen des Bachelorstudiengangs Maschinenbau vermittelt werden.<br><i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Condition Monitoring of Technical Systems:</i><br>Empfohlen: Die Lehrveranstaltung baut systematisch auf den Grundlagenvorlesungen Messtechnik und Rechnertools auf.<br><i>Prerequisites of course Zuverlässigkeit mechatronischer Systeme:</i><br>Recommended: Prerequisites for the course are basic knowledge in the field of mechatronics as taught in the lectures of the bachelor's programme in mechanical engineering.<br><i>Prerequisites of course Condition Monitoring of Technical Systems:</i><br>Recommended: The course builds systematically on the basic lectures on measurement technology and computer tools. |  |                 |                   |                  |                   |  |

### 3 Vertiefungsrichtungsabhängige Wahlpflichtmodule

|   |   |
|---|---|
| 4 | <p><b>Inhalte:</b></p> <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Zuverlässigkeit mechatronischer Systeme:</i><br/>Mechatronische Systeme kombinieren mechanische, elektronische und informationsverarbeitende Komponenten und ermöglichen so innovative Produktlösungen. Durch die Integration der drei Disziplinen steigt auch die Komplexität dieser Systeme. Hinsichtlich der Zuverlässigkeit mechatronischer Systeme stellt gerade diese gestiegene Komplexität eine große Herausforderung dar. Einen Schwerpunkt innerhalb der Vorlesung bilden daher Methoden, die bereits zur Entwurfsphase eingesetzt werden, um die Systemzuverlässigkeit zu bewerten. Darüber hinaus werden Verfahren erläutert, die zur Steigerung der Zuverlässigkeit während des Betriebs mechatronischer Systeme dienen. In den Übungen wird das erlernte Wissen an praxisnahen Beispielen vertieft. Dabei werden auch Softwarelösungen zur Beurteilung der Zuverlässigkeit vorgestellt.</p> <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Condition Monitoring of Technical Systems:</i><br/>Condition Monitoring spielt eine entscheidende Rolle bei der Erhöhung der Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit und Sicherheit technischer Systeme. Die Veranstaltung vermittelt grundlegende Kenntnisse im Bereich Condition Monitoring, Fehlerdiagnose und -prognose technischer Systeme. Es werden Anwendungsbeispiele gezeigt und in den Übungen wenden die Studierenden die Methoden an einfachen Aufgabenstellungen an.</p> <p><i>Contents of the course Zuverlässigkeit mechatronischer Systeme:</i><br/>Mechatronic systems combine mechanical, electronic and information-processing components and thus enable innovative product solutions. The integration of the three disciplines also increases the complexity of these systems. With regard to the reliability of mechatronic systems, it is precisely this increased complexity that poses a great challenge. Therefore, one focus of the lecture is on methods that are already used in the design phase to evaluate the system reliability. In addition, methods are explained that serve to increase the reliability during the operation of mechatronic systems. In the exercises, the knowledge acquired is deepened using practical examples. Software solutions for assessing reliability are also presented.</p> <p><i>Contents of the course Condition Monitoring of Technical Systems:</i><br/>Condition monitoring plays a decisive role in increasing the reliability, availability and safety of technical systems. The course imparts basic knowledge in the field of condition monitoring, fault diagnosis and prognosis of technical systems. Application examples are shown and in the exercises the students apply the methods to simple tasks.</p> |
| 5 | <p><b>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:</b></p> <p>Zuverlässigkeit mechatronischer Systeme: Die Studierenden kennen die Methoden zur Bewertung der Systemzuverlässigkeit und Verfahren zu deren Steigerung sowie Anwendungsbeispiele. Sie sind in der Lage diese Kenntnisse praktisch anzuwenden und haben Softwarelösungen zur Beurteilung der Zuverlässigkeit kennengelernt.</p> <p>Condition Monitoring of Technical Systems: Die Studierenden haben grundlegende Kenntnisse im Bereich Condition Monitoring, Fehlerdiagnose und -prognose technischer Systeme und sind in der Lage, diese Kenntnisse bei einfachen Fragestellungen anzuwenden.</p>  |

### 3 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>           | <b>Gewichtung für die Modulnote</b> |
| a) -<br>b)   | Klausur oder mündliche Prüfung   | 180-240 Minuten oder 45-60 Minuten | 100%                                |
| In der Prüfung sollen die Studierenden die wesentlichen Grundlagen zur Zuverlässigkeit mechatronischer Systeme und Condition Monitoring wiedergeben, erklären und anwenden können. |  |                                    |                                     |
| 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. habil. Walter Sextro  |                                    |                                     |
| 13   | <b>Sonstige Hinweise:</b><br>Die Lehrveranstaltung „Condition Monitoring of Technical Systems“ wird in englischer Sprache angeboten.   |                                    |                                     |

## 3.36 Toleranzmanagement

| Toleranzmanagement   |   |                 |                 |                          |                  |                   |  |
|----------------------|---|-----------------|-----------------|--------------------------|------------------|-------------------|--|
| Tolerance management |   |                 |                 |                          |                  |                   |  |
| Modulnummer:         | Workload (h):   | LP:             | Studiensem.:    | Turnus:                  | Dauer (in Sem.): | Sprache:          |  |
| M.104.7328           | 240   | 8               | 2.-3. Semester  | Sommer- / Wintersemester | 2                | de                |  |
| 1                    | <b>Modulstruktur:</b>   |                 |                 |                          |                  |                   |  |
|                      | Lehrveranstaltung   | Lehrform        | Kontaktzeit (h) | Selbststudium (h)        | Status (P/WP)    | Gruppengröße (TN) |  |
| a)                   | L.104.14222<br>Grundlagen der Tolerierung   | V2<br>Ü1,<br>SS | 45              | 75                       | P                | 30-60             |  |
| b)                   | L.104.14225<br>Tolerierungsstrategien   | V2<br>Ü1,<br>WS | 45              | 75                       | P                | 30-60             |  |
| 2                    | <b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b>  |                 |                 |                          |                  |                   |  |
|                      | keine   |                 |                 |                          |                  |                   |  |
| 3                    | <b>Teilnahmevoraussetzungen:</b>  |                 |                 |                          |                  |                   |  |
|                      | Empfohlen: Technische Darstellung, Grundkenntnisse in Maschinenelemente, Bauteilberechnung und -gestaltung  |                 |                 |                          |                  |                   |  |
|                      | <i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Grundlagen der Tolerierung:</i>   |                 |                 |                          |                  |                   |  |
|                      | Empfohlen: Technische Darstellung, Grundkenntnisse in Maschinenelemente, Bauteilberechnung und -gestaltung  |                 |                 |                          |                  |                   |  |
|                      | <i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Tolerierungsstrategien:</i>   |                 |                 |                          |                  |                   |  |
|                      | Voraussetzung: Grundlagen der Tolerierung Empfohlen: Technische Darstellung, Grundkenntnisse in Maschinenelemente, Bauteilberechnung und -gestaltung    |                 |                 |                          |                  |                   |  |
|                      | <i>Prerequisites of course Grundlagen der Tolerierung:</i>  |                 |                 |                          |                  |                   |  |
|                      | Recommended: Technical presentation, basic knowledge of machine elements, component calculation and design.   |                 |                 |                          |                  |                   |  |
|                      | <i>Prerequisites of course Tolerierungsstrategien:</i>  |                 |                 |                          |                  |                   |  |
|                      | Prerequisite: Fundamentals of tolerancing Recommended: Technical representation, basic knowledge of machine elements, component calculation and design. |                 |                 |                          |                  |                   |  |

### 3 Vertiefungsrichtungsabhängige Wahlpflichtmodule

|   |  |
|---|--|
| 4 | <p><b>Inhalte:</b></p> <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Grundlagen der Tolerierung:</i></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Grundlagen der GPS / elementare Grundsätze der Zeichnungseintragung</li><li>• Grundlagen des Maß-, Form- und Lagetoleranzen</li><li>• Toleranzarten und Bezüge</li><li>• Allgemeintoleranzen</li><li>• Praxisbeispiele</li></ul> <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Tolerierungsstrategien:</i></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Praktische Vorgehensweisen und Leitregeln zur Anwendung von Toleranzen</li><li>• Toleranzverknüpfungen / statistische Tolerierung</li><li>• Mess- und fertigungstechnische Anwendung der Toleranzeintragung</li><li>• Toleranzgerechte Produktgestaltung</li></ul> <p><i>Contents of the course Grundlagen der Tolerierung:</i></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Fundamentals of GPS / elementary principles in technical drawings</li><li>• Fundamentals in dimensional, shape and positional tolerances</li><li>• Tolerance types and references</li><li>• General tolerances</li><li>• Practical examples</li></ul> <p><i>Contents of the course Tolerierungsstrategien:</i></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Practical procedures and guiding rules for the application of tolerances</li><li>• Tolerance linkages / statistical tolerancing</li><li>• Measurement and production engineering application of tolerance entry</li><li>• Tolerance-compatible product design</li></ul> |
| 5 | <p><b>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:</b></p> <p>Ziel der Veranstaltung ist es, die Grundlagen der Geometrischen Produktspezifikation und Verifikation (GPS) und insbesondere der damit verbundene Maß-, Form- und Lagetolerierung zu vermitteln, die als Basiswissen für die Zusammenarbeit zwischen Entwicklung, Fertigung und Qualitätswesen sowie für eine Zertifizierung nach ISO 9000 ff. notwendig ist. Die Grundlagen der GPS, die die Normen für die Werkstückbeschreibung zusammenfasst, beinhalten vor allem die Anwendung von Maß-, Form- und Lagetolerierung mit den Tolerierungsgrundsätzen, den Toleranzarten sowie die Allgemeintoleranzen für Maß-, Form- und Lageabweichungen. Toleranzverknüpfungen in Maßketten werden im Rahmen der erweiterten Tolerierungsstrategien behandelt. Hierbei liegt der Fokus auf den statistischen Auswirkungen, der Maximum- und Minimum-Material-Bedingung sowie der mess- und fertigungstechnische Anwendung. Unterstützt wird die Thematik des Toleranzmanagements durch Beispiele, Leitregeln und Hinweisen zu den methodischen Vorgehensweisen. Ein enger Praxisbezug wird durch fertigungs- und messtechnische Praktika gewonnen.</p>   |

### 3 Vertiefungsrichtungsabhängige Wahlpflichtmodule

|            | <p>The aim of the course is to convey the basics of Geometric Product Specification and Verification (GPS) and in particular the associated dimensional, form and positional tolerancing, which is necessary as basic knowledge for cooperation between development, production and quality assurance as well as for certification according to ISO 9000 ff. The basics of GPS, which summarises the standards for workpiece description, include above all the application of dimensional, form and positional tolerancing with the tolerance principles, the tolerance types as well as the general tolerances for dimensional, form and positional deviations. Tolerance links in dimensional chains are dealt with in the context of the extended tolerance strategies. Here the focus is on the statistical effects, the maximum and minimum material condition as well as the metrological and manufacturing application. The topic of tolerance management is supported by examples, guiding rules and notes on methodical procedures. A close practical reference is gained through practical courses in manufacturing and measurement technology.</p> |  |                              |    |              |                   |                              |            |                                |  |      |    |                           |             |    |
|------------|--|--|------------------------------|----|--------------|-------------------|------------------------------|------------|--------------------------------|--|------|----|---------------------------|-------------|----|
| 6          | <p><b>Prüfungsleistung:</b><br/> <input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP)      <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP)      <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">zu</th> <th style="width: 50%;">Prüfungsform</th> <th style="width: 20%;">Dauer bzw. Umfang</th> <th style="width: 20%;">Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a) -<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 bzgl. • der Grundlagen der Tolerierung die wesentlichen Grundlagen und praktischen Zusammenhänge von Maß-, Form und Lagetoleranzen wiedergeben, erklären und anwenden können<br/>         • der Tolerierungsstrategien die gelernten Vorgehensweisen sowie die Toleranzverknüpfungen unter Beachtung der mess- und fertigungstechnischen Betrachtungen 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%                         |    |              |                   |                              |            |                                |  |      |    |                           |             |    |
| 7          | <p><b>Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">zu</th> <th style="width: 50%;">Form</th> <th style="width: 20%;">Dauer bzw. Umfang</th> <th style="width: 20%;">SL / QT</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a)</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>b)</td> <td>schriftliche Ausarbeitung</td> <td>5-10 Seiten</td> <td>SL</td> </tr> </tbody> </table> <p>Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Studienleistung bzw. qualifizierte Teilnahme konkret zu erbringen ist.</p>   |  |                              | zu | Form         | Dauer bzw. Umfang | SL / QT                      | a)         |                                |  |      | b) | schriftliche Ausarbeitung | 5-10 Seiten | SL |
| zu         | Form   | Dauer bzw. Umfang                      | SL / QT                      |    |              |                   |                              |            |                                |  |      |    |                           |             |    |
| a)         |  |  |                              |    |              |                   |                              |            |                                |  |      |    |                           |             |    |
| b)         | schriftliche Ausarbeitung  | 5-10 Seiten                            | SL                           |    |              |                   |                              |            |                                |  |      |    |                           |             |    |
| 8          | <p><b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:</b><br/>         Voraussetzung für die Teilnahme an der Modulprüfung ist die Ausarbeitung von Praktika und praxisbezogenen Aufgaben. Der Nachweis der Ausarbeitungen wird erteilt, wenn 3 von 4 der Aufgaben bestanden wurden.</p>   |  |                              |    |              |                   |                              |            |                                |  |      |    |                           |             |    |
| 9          | <p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten:</b><br/>         Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.</p>  |  |                              |    |              |                   |                              |            |                                |  |      |    |                           |             |    |
| 10         | <p><b>Gewichtung für Gesamtnote:</b><br/>         Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).</p>  |  |                              |    |              |                   |                              |            |                                |  |      |    |                           |             |    |

### 3 Vertiefungsrichtungsabhängige Wahlpflichtmodule

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

## 3.37 Werkstoffentwicklung

| Werkstoffentwicklung |  |                 |                 |                   |                  |                   |  |
|----------------------|--|-----------------|-----------------|-------------------|------------------|-------------------|--|
| Material development |  |                 |                 |                   |                  |                   |  |
| Modulnummer:         | Workload (h):  | LP:             | Studiensem.:    | Turnus:           | Dauer (in Sem.): | Sprache:          |  |
| M.104.7330           | 240  | 8               | 1.-3. Semester  | Wintersemester    | 1                | en                |  |
| 1                    | <b>Modulstruktur:</b>  |                 |                 |                   |                  |                   |  |
|                      | Lehrveranstaltung  | Lehrform        | Kontaktzeit (h) | Selbststudium (h) | Status (P/WP)    | Gruppengröße (TN) |  |
| a)                   | L.104.23270<br>Modern Steels and Steelmaking   | V2<br>Ü1,<br>WS | 45              | 75                | P                | 20-40             |  |
| b)                   | L.104.23240<br>Experimentelle Methoden der Werkstoffkunde  | V2<br>Ü2,<br>WS | 60              | 90                | P                | 20-40             |  |
| 2                    | <b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b>   |                 |                 |                   |                  |                   |  |
|                      | keine  |                 |                 |                   |                  |                   |  |
| 3                    | <b>Teilnahmevoraussetzungen:</b>   |                 |                 |                   |                  |                   |  |
|                      | Empfohlen: Werkstoffkunde, Aufbau technischer Werkstoffe   |                 |                 |                   |                  |                   |  |
|                      | <i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Modern Steels and Steelmaking:</i><br>Empfohlen werden die Vorlesungen "Werkstoffkunde 1", "Werkstoffkunde 2" und "Aufbau technischer Werkstoffe"  |                 |                 |                   |                  |                   |  |
| 4                    | <b>Inhalte:</b>  |                 |                 |                   |                  |                   |  |
|                      | <i>Inhalte der Lehrveranstaltung Modern Steels and Steelmaking:</i><br>In der Vorlesung werden die ganzheitliche Prozesskette moderner Stahlherstellung, die technologischen Methoden für eine gezielte Veränderung der Stahleigenschaften sowie einige Beispiele verschiedener Legierungskonzepte moderner Stahlwerkstoffe behandelt. Die Studierenden erhalten ein besseres Verständnis für die Zusammenhänge zwischen der chemischen Zusammensetzung und den Verarbeitungsschritten auf die Mikrostruktur von Stahlwerkstoffen sowie den daraus resultierenden Eigenschaften. Folgende Schwerpunkte werden innerhalb der Veranstaltung in Betracht gezogen: |                 |                 |                   |                  |                   |  |
|                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der Stahlentwicklung</li> <li>• Einteilung und Nomenklatur der Stähle</li> <li>• Stahlherstellung</li> <li>• Strangguss- und Bandgussverfahren</li> <li>• Walzen und thermomechanische Behandlung</li> <li>• Rohrproduktion</li> <li>• Wärmebehandlung der Stähle</li> <li>• Besonderheiten der Eigenschaftseinstellung unterschiedlicher Stahlsorten</li> </ul>   |                 |                 |                   |                  |                   |  |

### 3 Vertiefungsrichtungsabhängige Wahlpflichtmodule

| 5          | <p><b>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:</b></p> <p>Dieses Modul vermittelt Wissen, das die Studierenden später im Bereich der Werkstoffforschung und –entwicklung einsetzen können. Sie sollen zum einen am Beispiel des Werkstoffes Stahl die Möglichkeiten der Legierungsentwicklung lernen und zum anderen alle Experimentellen Methoden kennen lernen, die zur Charakterisierung neu entwickelter Werkstoffe eingesetzt werden und daher in der Werkstoffforschung unabdingbar sind.</p> <p>Modern Steels and Steelmaking: Die Studierenden lernen grundlegende Kenntnisse über die Herstellungs- und Verarbeitungsmethoden von Stahlwerkstoffen bzw. deren Einflüsse auf die Halbzeug- und Bauteileigenschaften. Außerdem werden die grundlegenden Mechanismen der Beeinflussung von Werkstoffen durch Legierungselemente und eine thermomechanische Behandlung vermittelt. Dies ermöglicht den Teilnehmern auch die Auswahl der optimalen Legierungen und Technologien für den konkreten Anwendungsfall.</p> <p>Experimentelle Methoden der Werkstoffkunde: In der Vorlesung wird ein Überblick über die wichtigsten Verfahren zur Charakterisierung von Werkstoffen und der Ermittlung von Werkstoffeigenschaften gegeben. Schwerpunkt der Veranstaltung sind hierbei experimentelle Methoden, die die Studierenden später im Bereich der Werkstoff(weiter)entwicklung einsetzen können. Der theoretische Teil der Veranstaltung wird durch Demonstrationen an den Geräten vertieft. Ziel der Vorlesung ist es letztlich, den Studierenden zu ermöglichen, die für konkrete werkstoffkundliche Fragestellungen optimale Untersuchungsmethode zu erkennen und deren Ergebnisse interpretieren zu können.</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" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">zu</th> <th style="width: 50%;">Prüfungsform</th> <th style="width: 20%;">Dauer bzw. Umfang</th> <th style="width: 20%;">Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a) -<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 Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau</p>  |                   |                              |    |              |                   |                              |            |                   |               |      |
| 12         | <p><b>Modulbeauftragte/r:</b></p> <p>Prof. Mirko Schaper</p>   |                   |                              |    |              |                   |                              |            |                   |               |      |
| 13         | <p><b>Sonstige Hinweise:</b></p>   |                   |                              |    |              |                   |                              |            |                   |               |      |

## 4 Technische Wahlpflichtmodule

Es können alle Basismodule und vertiefungsrichtungsabhängigen Module auch als Technische Wahlpflichtmodule belegt werden, solange diese nicht bereits innerhalb einer Vertiefungsrichtung belegt wurden. Nachfolgend sind nur die Modulbeschreibungen der zusätzlichen Technischen Wahlpflichtmodule aufgeführt, die nicht schon in den vorherigen Kapiteln aufgeführt wurden.

### 4.1 Biomechanik

| Biomechanik  |   |                 |                 |                   |                  |                   |  |
|--------------|---|-----------------|-----------------|-------------------|------------------|-------------------|--|
| Biomechanics |   |                 |                 |                   |                  |                   |  |
| Modulnummer: | Workload (h):   | LP:             | Studiensem.:    | Turnus:           | Dauer (in Sem.): | Sprache:          |  |
| M.104.7700   | 240   | 8               | 1.-3. Semester  | Wintersemester    | 1                | de                |  |
| 1            | <b>Modulstruktur:</b>   |                 |                 |                   |                  |                   |  |
|              | Lehrveranstaltung   | Lehrform        | Kontaktzeit (h) | Selbststudium (h) | Status (P/WP)    | Gruppengröße (TN) |  |
| 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><br>keine   |                 |                 |                   |                  |                   |  |
| 3            | <b>Teilnahmevoraussetzungen:</b><br>Empfohlen: Grundkenntnisse in Technischer Mechanik  |                 |                 |                   |                  |                   |  |
| 4            | <b>Inhalte:</b><br>Das Modul Biomechanik beinhaltet die Themengebiete "Biomechanik des menschlichen Bewegungsapparats" und "Biomechanik in der Technischen Orthopädie". |                 |                 |                   |                  |                   |  |

#### 4 Technische Wahlpflichtmodule

##### *Inhalte der Lehrveranstaltung Biomechanik des menschlichen Bewegungsapparats:*

Die Vorlesung Biomechanik des menschlichen Bewegungsapparats befasst sich insbesondere mit folgenden Punkten:

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

##### *Inhalte der Lehrveranstaltung Biomechanik in der Technischen Orthopädie:*

Die Vorlesung "Biomechanik in der Technischen Orthopädie" befasst sich mit den wesentlichen Grundlagen der Technischen Orthopädie. Insbesondere werden folgende Inhalte diskutiert:

- Prinzipien der Technischen Orthopädie in Diagnostik und Versorgung
- Diagnostiktechniken: Blauabdruck, Pedobarographie, Posturographie, Scan-Verfahren und weitere
- Orthetik und Prothetik (Hilfsmittelversorgung)
- Amputationen und Rehabilitation mit Bezug zur technisch-orthopädischen Hilfsmittelversorgung
- Versorgungsbeispiele mit Patientendemonstration (z. B. Diabetisches Fußsyndrom, Charcot-Arthropathie, Arthrose, Hallux rigidus und weitere)

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

Mit den Inhalten der Lehrveranstaltung "Biomechanik des menschlichen Bewegungsapparats" sind die Studierenden in der Lage...

... mechanische Prinzipien auf biologische Systeme, biologisches Gewebe und medizinische Probleme anwenden. Sie sind dazu befähigt grundlegende Kenntnisse zur Kinetik und Beanspruchung des menschlichen Bewegungsapparats darzustellen und können diese auf biomechanische Probleme transferieren. Die Studierenden verstehen den Zusammenhang zwischen Gestalt und Aufbau des Bewegungsapparats und der mechanischen Funktion und sind in der Lage diesen Zusammenhang zu interpretieren und auf die Anforderungen an die Gestaltung und Optimierung von Heilungshilfen anzuwenden. Darüber hinaus können sie aus den verschiedenen Möglichkeiten der rechnergestützten Produktoptimierung geeignete Methoden zur Problemlösung z.B. durch den Einsatz der Additiven Fertigung für medizinische Produkte ermitteln und praktisch anwenden.

Mit den Inhalten der Lehrveranstaltung „Biomechanik in der Technischen Orthopädie“ sind die Studierenden in der Lage...

... die Versorgungsprinzipien der Technischen Orthopädie in Bezug zur Anatomie, Physiologie und Pathophysiologie auf verschiedene Erkrankungen des Bewegungsapparates des Menschen anzuwenden. Darüber hinaus können die Studierenden mechanische Prinzipien auf die Physiologie und Pathologie des Bewegungsapparates des Menschen anwenden und diese Kenntnisse auf die technisch-orthopädische Versorgung transferieren. Mit der Kenntnis einer entsprechenden Diagnostik für spezielle Erkrankungen des Bewegungsapparates, können sie Messverfahren, Werkstoffe und Fertigungsverfahren auswählen, um technisch orthopädische Hilfsmittel zu bewerten oder zu entwickeln.

#### 4 Technische Wahlpflichtmodule

| 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" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">zu</th> <th style="width: 50%;">Prüfungsform</th> <th style="width: 20%;">Dauer bzw. Umfang</th> <th style="width: 20%;">Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a) -<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 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%                         |                   |                              |            |                                |                                    |      |
| 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 Chemieingenieurwesen, Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau</p>  |                                    |                              |                   |                              |            |                                |                                    |      |
| 12         | <p><b>Modulbeauftragte/r:</b></p> <p>Prof. Dr.-Ing. Gunter Kullmer</p>   |                                    |                              |                   |                              |            |                                |                                    |      |
| 13         | <p><b>Sonstige Hinweise:</b></p> <p>Literaturempfehlungen:</p> <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>  |                                    |                              |                   |                              |            |                                |                                    |      |

## 4.2 Energietechnik und Numerik

| Energietechnik und Numerik              |  |                 |                 |                   |                  |                   |  |
|---|--|-----------------|-----------------|-------------------|------------------|-------------------|--|
| Energy technology and numerical methods |  |                 |                 |                   |                  |                   |  |
| Modulnummer:                            | Workload (h):  | LP:             | Studiensem.:    | Turnus:           | Dauer (in Sem.): | Sprache:          |  |
| M.104.7702                              | 240  | 8               | 1.-3. Semester  | Sommersemester    | 1                | de                |  |
| 1                                       | <b>Modulstruktur:</b>  |                 |                 |                   |                  |                   |  |
|   | 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.105.94400<br>Mathematik 4 für Maschinenbau (Numerische Methoden)   | V2<br>Ü1,<br>SS | 45              | 75                | P                | 20-40             |  |
| 2                                       | <b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b><br>keine  |                 |                 |                   |                  |                   |  |
| 3                                       | <b>Teilnahmevoraussetzungen:</b><br>Empfohlen: Thermodynamik 1, Grundlagen der Mathematik<br><i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Kraft- und Arbeitsmaschinen:</i><br>Thermodynamik 1 |                 |                 |                   |                  |                   |  |

#### 4 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 Mathematik 4 für Maschinenbau (Numerische Methoden):</i><br/>Numerische Methoden, wie z.B.</p> <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> |
| 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. Für die Modellierung und Simulation der Maschinen kennen die Studierenden die wichtigsten Verfahren zur numerischen Berechnung und können diese auf einfache physikalische / verfahrenstechnische Probleme anwenden. Sie sind in der Lage, die Genauigkeit und Signifikanz der numerischen Berechnungen einzuschätzen und kritisch zu hinterfragen.</p>  |

#### 4 Technische 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>              | <b>Gewichtung für die Modulnote</b> |
|    | a)  | Klausur oder mündliche Prüfung | 90 - 120 Minuten oder 30 - 45 Minuten | 50 %                                |
|    | b)  | Klausur                        | 60-120 Minuten                        | 50 %                                |
|    | In der Prüfung sollen die Studierenden für exemplarische Problemstellungen Verfahren und Apparate auswählen und auslegen. Die Studierenden stellen für ein gegebenes Problem ein adäquates numerisches Verfahren auf. |                                |                                       |                                     |
| 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>keine   |                                |                                       |                                     |
| 12 | <b>Modulbeauftragte/r:</b><br>Prof. Dr. Tina Kasper   |                                |                                       |                                     |
| 13 | <b>Sonstige Hinweise:</b>   |                                |                                       |                                     |

### 4.3 Informationsmanagement für Public Safety and Security

| Informationsmanagement für Public Safety & Security   |   |                 |                 |                   |                  |                   |  |
|---|---|-----------------|-----------------|-------------------|------------------|-------------------|--|
| Information management for public safety and security |   |                 |                 |                   |                  |                   |  |
| Modulnummer:  | Workload (h):   | LP:             | Studiensem.:    | Turnus:           | Dauer (in Sem.): | Sprache:          |  |
| M.104.7704  | 240   | 8               | 1.-3. Semester  | Sommersemester    | 1                | de                |  |
| 1   | <b>Modulstruktur:</b>   |                 |                 |                   |                  |                   |  |
|   | Lehrveranstaltung   | Lehrform        | Kontaktzeit (h) | Selbststudium (h) | Status (P/WP)    | Gruppengröße (TN) |  |
| a)  | L.104.11260<br>Informationsmanagement für Public Safety & Security (PSS)  | V2<br>Ü1,<br>SS | 45              | 75                | P                | 20-40             |  |
| b)  | L.104.11265<br>Gefahrenabwehr und Havarie-Management (GuH)  | V2<br>Ü1,<br>SS | 45              | 75                | 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 Informationsmanagement für Public Safety &amp; Security (PSS):</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einsatzführung und Aufgaben der Feuerwehr</li> <li>• Inter- und intraorganisationale Organisationen</li> <li>• Einsatzplanung</li> <li>• Personalmanagement</li> <li>• Kommunikationstechniken und Arten der Kommunikation</li> <li>• Bestehende IT-Systeme in der zivilen Sicherheit</li> <li>• Klassifizierung von IT-Systemen</li> </ul> |                 |                 |                   |                  |                   |  |

#### 4 Technische Wahlpflichtmodule

|            | <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Gefahrenabwehr und Havariemanagement (GuH):</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Das System der nicht-polizeilichen Gefahrenabwehr</li> <li>• Beteiligte Einrichtungen/Institutionen</li> <li>• Beispielbetrachtung "Feuerwehr" (Organisation, gesetzliche Grundlagen)</li> <li>• Führung: Feuerwehr-Dienstvorschrift 100, Kommunikation, Human Factors, Stabsarbeit, Übung und Planbesprechung</li> <li>• Fallanalyse für kritische Infrastrukturen, z.B. Strom, Großveranstaltungen, Verkehrseinrichtungen</li> <li>• Internationaler Kontext</li> </ul>  |                   |                              |                   |                              |            |                   |               |      |
|------------|---|-------------------|------------------------------|-------------------|------------------------------|------------|-------------------|---------------|------|
| <b>5</b>   | <p><b>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:</b></p> <p>Das Modul bietet den Studierenden aus unterschiedlicher Perspektive Einblicke in die Domäne der zivilen Gefahrenabwehr und zeigt den Bedarf der interdisziplinären Arbeit innerhalb einer Organisation. Die Kompetenzen in den Bereichen technisches Verständnis, analytisches Denken, Planung und Teamfähigkeit beinhalten für angehende Ingenieure eine wertvolle Zusatzqualifikation.</p> <p>Die Studierenden können Grundlagenwissen des Informationsmanagements und Wissen mit Praxisbezug aus dem Bereich der „zivilen Sicherheit“ anwenden. Dabei lernen die Studierenden einzelne Aufgabenfelder und Führungsstrukturen innerhalb der Behörden und Organisation mit Sicherheitsaufgaben kennen. Das Anwenden von Kommunikationstechniken als wichtiges Management-Werkzeug gilt als weiteres Lernziel.</p> <p>Auf dem Grundlagenwissen aufbauend werden weitere Aspekte der Führung als Management-Aufgabe eingeführt und spezifische Aspekte an Fallbeispielen konkretisiert. Insbesondere der Bereich der "Human factors" stellt dabei eine fachbereichsübergreifende Thematik dar. "Kritische Infrastrukturen" beziehen Betroffene in potentiellen oder akuten Gefahrenlagen ein, die öffentlich oder wirtschaftlich getragen werden und für die besondere Anforderungen in allen Bereichen der Sicherheit gestellt werden. Damit sprechen die Veranstaltungen insbesondere Themen für die Sicherheitsabteilung großer Unternehmen an.</p> <p>Praktische Beispiele und Exkursionen im Verlaufe der gesamten Vorlesung ermöglichen es den Studierenden, systematisch Anforderungen an solche Systeme abzuleiten und auf andere Themenbereiche zu transferieren. Die Studierenden erwerben Grundkenntnisse in Bereichen, die bisher überwiegend in spezialisierten Studiengängen vermittelt wurden und die in Unternehmen im Ingenieurbereich steigende Bedeutung erlangen.</p> |                   |                              |                   |                              |            |                   |               |      |
| <b>6</b>   | <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" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 10px;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%; text-align: center;">zu</th> <th style="width: 50%; text-align: center;">Prüfungsform</th> <th style="width: 20%; text-align: center;">Dauer bzw. Umfang</th> <th style="width: 20%; text-align: center;">Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">a) -<br/>b)</td> <td style="text-align: center;">mündliche Prüfung</td> <td style="text-align: center;">60-90 Minuten</td> <td style="text-align: center;">100%</td> </tr> </tbody> </table> <p>In der Prüfung sollen die Studierenden für exemplarische Problemstellungen die zugrundeliegenden Elementarprozesse erläutern sowie geeignete Verfahren und Apparate auswählen und grundlegend auslegen.</p>  | zu                | Prüfungsform                 | Dauer bzw. Umfang | Gewichtung für die Modulnote | a) -<br>b) | mündliche Prüfung | 60-90 Minuten | 100% |
| zu         | Prüfungsform  | Dauer bzw. Umfang | Gewichtung für die Modulnote |                   |                              |            |                   |               |      |
| a) -<br>b) | mündliche Prüfung   | 60-90 Minuten     | 100%                         |                   |                              |            |                   |               |      |

#### 4 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 Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau  |
| 12 | <b>Modulbeauftragte/r:</b><br>Prof. Dr. Iryna Mozgova   |
| 13 | <b>Sonstige Hinweise:</b><br><i>Hinweise der Lehrveranstaltung Gefahrenabwehr und Havariemanagement (GuH):</i><br>Die Vorlesung wird durch eine Exkursion zu einer Feuerwehr ergänzt, um den Studierenden einen Einblick in die praktischen Gegebenheiten der zivilen Gefahrenabwehr zu vermitteln. |

## 4.4 Modellierung von Energiesystemen

| Modellierung von Energiesystemen |   |                 |                 |                   |                  |                   |  |
|----------------------------------|---|-----------------|-----------------|-------------------|------------------|-------------------|--|
| Modelling of Energy Systems      |   |                 |                 |                   |                  |                   |  |
| Modulnummer:                     | Workload (h):   | LP:             | Studiensem.:    | Turnus:           | Dauer (in Sem.): | Sprache:          |  |
| M.048.55204                      | 240   | 8               | 6.              | Wintersemester    | 1                | de                |  |
| 1                                | <b>Modulstruktur:</b>   |                 |                 |                   |                  |                   |  |
|                                  | 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                                | <b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b>  |                 |                 |                   |                  |                   |  |
|                                  | Keine   |                 |                 |                   |                  |                   |  |
|                                  | None  |                 |                 |                   |                  |                   |  |
| 3                                | <b>Teilnahmevoraussetzungen:</b>  |                 |                 |                   |                  |                   |  |
|                                  | Keine   |                 |                 |                   |                  |                   |  |
|                                  | <i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Modellierung von Energiesystemen:</i>             |                 |                 |                   |                  |                   |  |
|                                  | Keine   |                 |                 |                   |                  |                   |  |
|                                  | <i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Modellierung von thermischen Energiesystemen:</i> |                 |                 |                   |                  |                   |  |
|                                  | Keine   |                 |                 |                   |                  |                   |  |
|                                  | None  |                 |                 |                   |                  |                   |  |
|                                  | <i>Prerequisites of course Modellierung von Energiesystemen:</i>                                    |                 |                 |                   |                  |                   |  |
|                                  | None  |                 |                 |                   |                  |                   |  |
|                                  | <i>Prerequisites of course Modellierung von thermischen Energiesystemen:</i>                        |                 |                 |                   |                  |                   |  |
|                                  | None  |                 |                 |                   |                  |                   |  |

## 4 Technische Wahlpflichtmodule

|   |  |
|---|--|
| 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 thermischer 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>  |

#### 4 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" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">zu</th> <th style="width: 50%;">Prüfungsform</th> <th style="width: 20%;">Dauer bzw. Umfang</th> <th style="width: 20%;">Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a) -<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>   |                               |                              |                   |                              |            |                                |                               |      |

## 4.5 Nachhaltige Energiesysteme

| Nachhaltige Energiesysteme      |   |                 |                 |                   |                  |                   |  |
|---------------------------------|---|-----------------|-----------------|-------------------|------------------|-------------------|--|
| Sustainable Energy Technologies |   |                 |                 |                   |                  |                   |  |
| Modulnummer:                    | Workload (h):   | LP:             | Studiensem.:    | Turnus:           | Dauer (in Sem.): | Sprache:          |  |
| M.048.55202                     | 240   | 8               | 1.-3. Semester  | Wintersemester    | 1                | de                |  |
| 1                               | <b>Modulstruktur:</b>   |                 |                 |                   |                  |                   |  |
|                                 | 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                               | <b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b>  |                 |                 |                   |                  |                   |  |
|                                 | Keine   |                 |                 |                   |                  |                   |  |
|                                 | None  |                 |                 |                   |                  |                   |  |
| 3                               | <b>Teilnahmevoraussetzungen:</b>  |                 |                 |                   |                  |                   |  |
|                                 | Keine   |                 |                 |                   |                  |                   |  |
|                                 | <i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Energiesystemtechnik:</i>                         |                 |                 |                   |                  |                   |  |
|                                 | Keine   |                 |                 |                   |                  |                   |  |
|                                 | <i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Transformationsszenarien von Energiesystemen:</i> |                 |                 |                   |                  |                   |  |
|                                 | Keine   |                 |                 |                   |                  |                   |  |
|                                 | None  |                 |                 |                   |                  |                   |  |
|                                 | <i>Prerequisites of course Energiesystemtechnik:</i>  |                 |                 |                   |                  |                   |  |
|                                 | None  |                 |                 |                   |                  |                   |  |
|                                 | <i>Prerequisites of course Transformationsszenarien von Energiesystemen:</i>                        |                 |                 |                   |                  |                   |  |
|                                 | None  |                 |                 |                   |                  |                   |  |

## 4 Technische Wahlpflichtmodule

|   |  |
|---|--|
| 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>  |

#### 4 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><br/> <input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP)      <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP)      <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">zu</th> <th style="width: 50%;">Prüfungsform</th> <th style="width: 20%;">Dauer bzw. Umfang</th> <th style="width: 20%;">Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a) -<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><br/>keine / none</p>   |  |                              |    |              |                   |                              |            |   |  |      |
| 8          | <p><b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:</b><br/>Keine<br/>None</p>  |  |                              |    |              |                   |                              |            |   |  |      |
| 9          | <p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten:</b><br/>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><br/>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><br/>Masterstudiengang Chemieingenieurwesen, Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau</p>  |  |                              |    |              |                   |                              |            |   |  |      |
| 12         | <p><b>Modulbeauftragte/r:</b><br/>Prof. Dr. Henning Meschede</p>  |  |                              |    |              |                   |                              |            |   |  |      |
| 13         | <p><b>Sonstige Hinweise:</b><br/> <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>  |  |                              |    |              |                   |                              |            |   |  |      |

#### 4 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

## 4.6 Projektlabor Digitale Fabrik

| Projektlabor Digitale Fabrik |  |           |                 |                   |                  |                   |  |
|------------------------------|--|-----------|-----------------|-------------------|------------------|-------------------|--|
| Digital factory              |  |           |                 |                   |                  |                   |  |
| Modulnummer:                 | Workload (h):  | LP:       | Studiensem.:    | Turnus:           | Dauer (in Sem.): | Sprache:          |  |
| M.104.7706                   | 240  | 8         | 1.-3. Sem.      | Wintersemester    | 1                | de                |  |
| 1                            | <b>Modulstruktur:</b>  |           |                 |                   |                  |                   |  |
|                              | Lehrveranstaltung  | Lehrform  | Kontaktzeit (h) | Selbststudium (h) | Status (P/WP)    | Gruppengröße (TN) |  |
| a)                           | L.104.51961<br>Projektlabor Digitale Fabrik A  | S3,<br>WS | 60              | 60                | P                | 10-20             |  |
| b)                           | L.104.51962<br>Projektlabor Digitale Fabrik B  | S3,<br>WS | 60              | 60                | P                | 10-20             |  |
| 2                            | <b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b>   |           |                 |                   |                  |                   |  |
|                              | keine  |           |                 |                   |                  |                   |  |
| 3                            | <b>Teilnahmevoraussetzungen:</b>   |           |                 |                   |                  |                   |  |
|                              | Empfohlen: Industrielle Produktion, Entwicklungsmethodik, Digitale und Virtuelle Produktentstehung (DVPE)  |           |                 |                   |                  |                   |  |
|                              | <i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Projektlabor Digitale Fabrik A:</i>  |           |                 |                   |                  |                   |  |
|                              | Empfohlen: Industrielle Produktion, Entwicklungsmethodik, Digitale und Virtuelle Produktentstehung (DVPE)  |           |                 |                   |                  |                   |  |
| 4                            | <b>Inhalte:</b>  |           |                 |                   |                  |                   |  |
|                              | <p>Die Gestalt, die Struktur und das Verhalten von Produkten werden in der Produktentwicklung in Form digitaler Modelle spezifiziert. Diese Daten sollen in der Produktion sowohl in der Simulation als auch in der Programmierung und Konfiguration von Fertigungsanlagen genutzt werden. Ein wesentliches Merkmal innovativer Produktionssysteme ist die durchgängige Digitalisierung. Die Digitale Fabrik wird als Oberbegriff für Methoden, Modelle und IT-Werkzeuge verstanden, die einerseits in der Entwicklung und Arbeitsvorbereitung sowie andererseits in der Produktionsplanung und -steuerung unterstützen. Eigenschaften der Produktion können simuliert werden, um in der Entwicklung oder im Betrieb Prozessverbesserungen zu planen und umzusetzen. Grundlagen der Informationstechnik werden hier direkt auf maschinenbauliche Herausforderungen angewendet.</p> <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Projektlabor Digitale Fabrik A:</i></p> <p>Projektlabor Digitale Fabrik A:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• A-1. Anforderungserhebung</li> <li>• A-2. Anforderungs- und Situationsanalyse</li> <li>• A-3. Erarbeitung von Grobkonzepten für Lösungsalternativen</li> <li>• A-4. Präsentation der Resultate</li> </ul> |           |                 |                   |                  |                   |  |

#### 4 Technische Wahlpflichtmodule

*Inhalte der Lehrveranstaltung Projektlabor Digitale Fabrik B:*  
Projektlabor Digitale Fabrik B:

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

The shape, structure and behaviour of products are specified in product development in the form of digital models. These are to be used in production both in simulation and in the programming and configuration of production assets. An essential feature of innovative production systems is comprehensive digitalization. The digital factory is understood as a generic term for methods, models and IT tools that support development and work preparation on the one hand and production planning and control on the other. Production characteristics can be simulated in order to plan and implement process improvements in development or operation. The basics of information technology are applied directly to mechanical engineering challenges applied.

*Contents of the course Projektlabor Digitale Fabrik A:*  
Project Laboratory Digital Factory A:

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

*Contents of the course Projektlabor Digitale Fabrik B:*  
Project Laboratory Digital Factory B:

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

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

Mit dem Modul „Projektlabor Digitale Fabrik“ erlernen die Studierenden den Umgang mit den Werkzeugen der digitalen Fabrik und sammeln erste praktische Erfahrungen über einen spezifischen Anwendungsfall. Die Teilnehmenden arbeiten an der Entwicklung, Realisierung und Optimierung einer automatisierten Fertigungs- oder Montageeinrichtung mit. Sie sind mit den Werkzeugen der digitalen Fabrik vertraut und können diese zur Lösung einer spezifischen Problemstellung anwenden. Zudem wenden sie Methoden des Anforderungs- und Projektmanagements an und sammeln Erfahrungen in der Teamarbeit in einer vorgegebenen Zeit. Daneben erwerben sie praktische Erfahrungen bezüglich Vortrags- und Präsentationstechnik.

With the module “Project Lab Digital Factory”, the students learn how to use the tools of the digital factory and gain practical experience through a specific use case. The participants are involved in the development, realization and optimization of an automated production or assembly station. They are familiar with the tools of the digital factory and can use them to solve a specific problem. They also apply methods of requirements and project management and gain experience in teamwork within a specified time. They also gain practical experience in communication and presentation techniques.

#### 4 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   | 120 - 240 Minuten oder 45 - 60 Minuten | 100%                                |
| In der Prüfung sollen die Studierenden die wesentlichen Grundlagen zur Digitalen Fabrik wiedergeben, erklären und anwenden können. |  |  |                                     |
| 7  | <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. Iris Gräßler   |  |                                     |
| 13   | <b>Sonstige Hinweise:</b><br>Kompetenzausbau: Mit dem Modul „Projektlabor Digitale Fabrik“ haben die Studierenden den Umgang mit den Werkzeugen der digitalen Fabrik erlernt und praktische Erfahrungen über einen spezifischen Anwendungsfall gesammelt. Für die Erweiterung des Fähigkeiten-Portfolios und die Verortung der digitalen Fabrik in einen Gesamtkontext werden weitere Inhalte in den Lehrveranstaltungen „Produktentstehung“ (M.104.7222), „Digitale und virtuelle Produktentstehung“ (M.104.7308) vermittelt. |  |                                     |

## 4.7 Science, Technology and Society

| Science, Technology and Society |   |          |                 |                   |                  |                   |  |
|---------------------------------|---|----------|-----------------|-------------------|------------------|-------------------|--|
| Science, Technology and Society |   |          |                 |                   |                  |                   |  |
| Modulnummer:                    | Workload (h):   | LP:      | Studiensem.:    | Turnus:           | Dauer (in Sem.): | Sprache:          |  |
| M.104.7710                      | 240   | 8        | 2. Sem.         | Sommersemester    | 1                | de / en           |  |
| 1                               | <b>Modulstruktur:</b>   |          |                 |                   |                  |                   |  |
|                                 | Lehrveranstaltung   | Lehrform | Kontaktzeit (h) | Selbststudium (h) | Status (P/WP)    | Gruppengröße (TN) |  |
| a)                              | L.104.25290<br>Vorlesung Science, Technology & Society: Themen, Methoden und Herausforderungen  | V, SS    | 45              | 75                | P                | 20-200            |  |
| b)                              | L.104.25690<br>Seminar Big Data: wissenschaftliche, gesellschaftliche und politische Auswirkungen   | S, SS    | 45              | 75                | P / WP           | 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 Vorlesung Science, Technology &amp; Society: Themen, Methoden und Herausforderungen:</i><br>Die Vorlesung kombiniert theoretische Perspektiven und empirische Studien aus den interdisziplinären Science & Technology Studies, den Diversity Studies, sozialwissenschaftlicher Technikforschung, Sozialpsychologie sowie Geschlechterforschung. Die theoretischen Zugänge werden durch empirische Beispiele der historischen und aktuellen Entwicklungen in Technik und Forschung illustriert und ergänzt. Prüfungsmodus ist eine Abschlussklausur. |          |                 |                   |                  |                   |  |

#### 4 Technische Wahlpflichtmodule

|            | <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Seminar Big Data: wissenschaftliche, gesellschaftliche und politische Auswirkungen:</i></p> <p>Die Lehrveranstaltung bietet eine umfassende interdisziplinäre Einführung in die Phänomene Digitalisierung und Big Data sowie deren weitreichende Implikationen. Kernthesen, Konzepte und Argumente aktueller Big Data Diskurse aus den Feldern Gesellschaft, Wissenschaft, Technik, Ökonomie und Politik werden ausgearbeitet, unterschiedliche disziplinäre Perspektiven systematisch verglichen und kritisch diskutiert. Die Basis hierfür bilden neben wissenschaftlichen Studien auch ausgewählte Literatur- und Filmbeiträge relevanter Akteurinnen, u.a. <i>Netzaktivistinnen</i>, <i>Entwicklerinnen</i> und <i>Datenschutzaktivistinnen</i>. Ein Schwerpunkt wird auf die Frage gelegt, welche Rolle Diversität in Prozessen der Datensammlung, Auswertung und dem spezifischen Einsatz von Big Data Analysen spielt. Prüfungsmodus: kombiniert, qualifizierte Teilnahme, Hausarbeit, Klausur.</p> |                   |                              |    |              |                   |                              |            |         |            |      |    |                           |           |    |
|------------|--|-------------------|------------------------------|----|--------------|-------------------|------------------------------|------------|---------|------------|------|----|---------------------------|-----------|----|
| 5          | <p><b>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:</b></p> <p>Die Studierenden kennen Theorien, Methoden, klassische Studien und Befunde der interdisziplinären Science, Technology, and Society Studies (STS) sowie der Technik- und Innovationsforschung. Sie können aktuelle Technologieentwicklungen damit theoretisieren, Zusammenhänge zwischen technischen, gesellschaftlichen und wissenschaftlichen Entwicklungen analysieren und Implikationen für die ingenieurwissenschaftliche Arbeit ableiten.</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" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">zu</th> <th style="width: 50%;">Prüfungsform</th> <th style="width: 20%;">Dauer bzw. Umfang</th> <th style="width: 20%;">Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a) -<br/>b)</td> <td>Klausur</td> <td>90 Minuten</td> <td>100%</td> </tr> </tbody> </table> <p>In der Prüfung sollen die Studierenden Theorien, Methoden und Befunde der Science, Technology, and Society Studies wiedergeben sowie auf aktuelle Technologieentwicklungen anwenden. Am Beispiel Digitalisierung und Big Data sollen sie wissenschaftliche und gesellschaftliche Wechselwirkungen analysieren und die Implikationen für ingenieurwissenschaftliche Arbeit erläutern.</p>                                       |                   |                              | zu | Prüfungsform | Dauer bzw. Umfang | Gewichtung für die Modulnote | a) -<br>b) | Klausur | 90 Minuten | 100% |    |                           |           |    |
| zu         | Prüfungsform   | Dauer bzw. Umfang | Gewichtung für die Modulnote |    |              |                   |                              |            |         |            |      |    |                           |           |    |
| a) -<br>b) | Klausur  | 90 Minuten        | 100%                         |    |              |                   |                              |            |         |            |      |    |                           |           |    |
| 7          | <p><b>Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">zu</th> <th style="width: 50%;">Form</th> <th style="width: 20%;">Dauer bzw. Umfang</th> <th style="width: 20%;">SL / QT</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a)</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>b)</td> <td>schriftliche Ausarbeitung</td> <td>15 Seiten</td> <td>QT</td> </tr> </tbody> </table>  |                   |                              | zu | Form         | Dauer bzw. Umfang | SL / QT                      | a)         |         |            |      | b) | schriftliche Ausarbeitung | 15 Seiten | QT |
| zu         | Form   | Dauer bzw. Umfang | SL / QT                      |    |              |                   |                              |            |         |            |      |    |                           |           |    |
| a)         |  |                   |                              |    |              |                   |                              |            |         |            |      |    |                           |           |    |
| b)         | schriftliche Ausarbeitung  | 15 Seiten         | QT                           |    |              |                   |                              |            |         |            |      |    |                           |           |    |
| 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 und die qualifizierte Teilnahme nachgewiesen ist.</p>   |                   |                              |    |              |                   |                              |            |         |            |      |    |                           |           |    |
| 10         | <p><b>Gewichtung für Gesamtnote:</b></p> <p>Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).</p>  |                   |                              |    |              |                   |                              |            |         |            |      |    |                           |           |    |

#### 4 Technische 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. Ilona Horwath   |
| 13 | <b>Sonstige Hinweise:</b><br>Neben den Fachrichtungen der Fakultät Maschinenbau wird der Besuch des Moduls insbesondere für Studierende technischer Lehramtfächer empfohlen. |

## 4.8 Aktuelle Themen des Maschinenbaus

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

#### 4 Technische Wahlpflichtmodule

| 1 Modulstruktur: |   |                   |                 |                   |               |                   |
|------------------|---|-------------------|-----------------|-------------------|---------------|-------------------|
|                  | Lehrveranstaltung   | Lehrform          | Kontaktzeit (h) | Selbststudium (h) | Status (P/WP) | Gruppengröße (TN) |
| a)               | L.104.41260<br>Qualitätssicherung in der Kunststofftechnik  | V2<br>Ü1,<br>SS   | 45              | 75                | WP            | 40 - 60           |
| b)               | L.104.52267<br>Abwicklung von Mechatronik-Projekten im Maschinen- und Anlagenbau                  | V2<br>Ü1,<br>SS   | 45              | 75                | P/WP          | 20-40             |
| c)               | L.104.25690<br>Seminar Big Data: wissenschaftliche, gesellschaftliche und politische Auswirkungen | S, SS             | 45              | 75                | P / WP        | 20-40             |
| d)               | L.104.32665<br>Blue Engineering - Nachhaltigkeit im Ingenieurwesen                                | S3,<br>SS         | 45              | 75                | WP            | 20                |
| e)               | L.104.22230<br>Bruchmechanik  | V2<br>P1,<br>WS   | 45              | 75                | P / WP        | 20 - 40           |
| f)               | L.104.21270<br>Fahrzeugtechnische Fügeverfahren   | V2<br>Ü1,<br>SS   | 45              | 75                | P / WP        | 20-40             |
| g)               | L.104.25655<br>Industrienähe Forschungsthemen   | S3,<br>SS/WS      | 45              | 75                | WP            |                   |
| h)               | L.032.82010<br>Chemie der Kunststoffe   | V3,<br>WS         | 45              | 75                | WP            |                   |
| i)               | L.104.42285<br>Versuchsplanung und Auswertung mittels Statistik in der Kunststoffverarbeitung     | V2<br>Ü1,<br>SS   | 45              | 75                | WP            |                   |
| j)               | L.104.32675<br>chemPLANT  | S2,<br>SS         | 30              | 90                | WP            |                   |
| k)               | L.104.32680<br>Praxisprojekt: Prozesskette der additiven Fertigung                                | Ü3,<br>WS         | 45              | 75                | WP            | 18                |
| )                | L.104.14252<br>Grundlagen der Tribologie  | V3,<br>SS         | 45              | 75                | WP            |                   |
| )                | L.104.51275<br>Nachhaltigkeitsgerechte Produktentwicklung / Design for Sustainability             | V2<br>Ü1,<br>SS   | 45              | 75                | WP            | 40-80             |
| )                | L.104.14254<br>Numerische Tribologie  | V3,<br>WS         | 45              | 75                | WP            |                   |
| )                | L.104.61220<br>Nachhaltige Produktion   | V236<br>Ü1,<br>SS | 40              | 80                | WP            | max. 15           |

#### 4 Technische Wahlpflichtmodule

|   |  |
|---|--|
| 2 | <p><b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b></p> <p>Es müssen zwei der Veranstaltungen ausgewählt werden.</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 Praxisprojekt: Prozesskette der additiven Fertigung:</i><br/>Empfohlen: Erfolgreich abgeschlossene Modulabschlussprüfung Additive Fertigung 1 &amp; 2</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>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Nachhaltige Produktion:</i><br/>keine</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> <p><i>Prerequisites of course Nachhaltige Produktion:</i><br/>keine</p> |
| 4 | <p><b>Inhalte:</b></p> <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Qualitätssicherung in der Kunststofftechnik:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Qualitätssicherung und ihre Methoden im Produktlebenszyklus</li> <li>• Qualitätskosten und ihre Berücksichtigung in der Kalkulation</li> <li>• Anforderungen an Kunststoffprodukte: Pflichtenheft, Spezifikation, Lastenheft</li> <li>• FMEA</li> <li>• Prüfplanung</li> <li>• Statistische Versuchsplanung</li> <li>• Statistik der Normalverteilung</li> <li>• Prüfmittelfähigkeit</li> <li>• Prozessfähigkeit</li> <li>• Kunststoffspezifische Qualitätsprobleme</li> <li>• Ishikawa</li> <li>• Statistik: Multiple nichtlineare Regression</li> <li>• Produktionsüberwachung mit Regelkarten, SPC und CPC</li> <li>• Zuverlässigkeitsanalyse</li> </ul>   |

#### 4 Technische Wahlpflichtmodule

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

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

*Inhalte der Lehrveranstaltung Seminar Big Data: wissenschaftliche, gesellschaftliche und politische Auswirkungen:*

Die Lehrveranstaltung bietet eine umfassende interdisziplinäre Einführung in die Phänomene Digitalisierung und Big Data sowie deren weitreichende Implikationen. Kernthesen, Konzepte und Argumente aktueller Big Data Diskurse aus den Feldern Gesellschaft, Wissenschaft, Technik, Ökonomie und Politik werden ausgearbeitet, unterschiedliche disziplinäre Perspektiven systematisch verglichen und kritisch diskutiert. Die Basis hierfür bilden neben wissenschaftlichen Studien auch ausgewählte Literatur- und Filmbeiträge relevanter Akteurinnen, u.a. Netzaktivistinnen, Entwicklerinnen und Datenschutzaktivistinnen. Ein Schwerpunkt wird auf die Frage gelegt, welche Rolle Diversität in Prozessen der Datensammlung, Auswertung und dem spezifischen Einsatz von Big Data Analysen spielt. Prüfungsmodus: kombiniert, qualifizierte Teilnahme, Hausarbeit, Klausur.

*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 Ingenieursarbeit
- 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.

## 4 Technische Wahlpflichtmodule

### *Inhalte der Lehrveranstaltung Bruchmechanik:*

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

### *Inhalte der Lehrveranstaltung Fahrzeugtechnische Fügeverfahren:*

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

### *Inhalte der Lehrveranstaltung Industriennahe Forschungsthemen:*

Die Inhalte der Veranstaltungen bilden Themenstellungen aus der Industrie ab. Je nach Teilnehmerzahl werden unterschiedliche Aufgabenstellungen zur Bearbeitung angeboten. Sowohl die Entwicklung innovativer Produkte, als auch konstruktive Ausarbeitungen oder auch die Fertigung von innovativen Leichtbauteilen können Bestandteile des Laborprojektes sein. Ferner sind für den Entwicklungsprozess die ökonomischen wie auch die ökologischen Randbedingungen zu berücksichtigen.

### *Inhalte der Lehrveranstaltung Chemie der Kunststoffe:*

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

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

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

#### 4 Technische Wahlpflichtmodule

##### *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 Praxisprojekt: Prozesskette der additiven Fertigung:*

Innerhalb dieser Lehrveranstaltung nehmen die Studierenden zunächst an der deutschlandweiten Synera Education Challenge teil. Hierbei werden in der ersten Hälfte die Grundlagen für die Erstellung von generativen Designworkflows innerhalb der Automatisierungsplattform Synera vermittelt, um anschließend im zweiten Teil das Erlernte mit einem realen Anwendungsproblem von einem der vielen Synera Partnerunternehmen auf die Probe zu stellen. Im Anschluss haben die Studierenden dann die Möglichkeit, dass bei der Education Challenge entwickelte Bauteil selbst mittels Lasersintern oder Laserschmelzen in die Realität umzusetzen und lernen so den gesamten Fertigungsprozess von der Baujobvorbereitung bis zur Bauteilnachbearbeitung kennen. Das Veranstaltung ist wie folgt strukturiert:

- Einarbeitung in die Softwareumgebung Synera - Datenstruktur - Parametrisches Design - Simulation & Parameterstudien - Topologie-Optimierung - Weitere Funktion der Software
- Bauteiloptimierung anhand eines realen Anwendungsfalls - Topologie-Optimierung - Geometrierückführung & Evaluation (FEA) - Herstellbarkeit - Modellverfeinerung & Optimierung - Kostenbetrachtung Bauteilherstellung mittels Lasersintern oder Laserschmelzen
- Baujobvorbereitung
- Bauteilfertigung
- Baujobnachbereitung und Post-Processing des Bauteils
- Verifizierung des Bauteils

## 4 Technische Wahlpflichtmodule

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

### *Inhalte der Lehrveranstaltung Nachhaltigkeitsgerechte Produktentwicklung / Design for Sustainability:*

- Nachhaltigkeitsbegriff
- Produktentwicklung als Stellschraube für die Nachhaltigkeitsziele
- Dimensionen, Schlüsselstrategien und Lebenszykluskonzepte von Nachhaltigkeit
- Nachhaltigkeit in Normen und Richtlinien: Überblick über Regularien der Produktentwicklung im Hinblick auf Nachhaltigkeit (z. B. VDI 2243 und DIN EN ISO 14044)
- Nachhaltigkeitsinformationen im Systemmodell und in PLM
- Sensitivitätsanalysen zur Bewertung der Abhängigkeit von unsicheren Eingangsdaten und Sicherung einer hohen Datenqualität
- Parametrierbare Algorithmen und IT-Werkzeuge (u.a. GaBi) zur Berechnung von Nachhaltigkeitskennzahlen am Beispiel von
  - Lifecycle Assessment zur emissionsarmen Auslegung
  - Berechnung der Ressourcenverbräuche alternativer Entwürfe
- Refuse und Rethink als Nachhaltigkeitsstrategien in der Produktplanung
- Anforderungsentwicklung auf Basis des 9R Konzepts zur Auflösung von Zielkonflikten
- Einfluss von Nachhaltigkeit auf die Ablauf- und Aufbauorganisation
- Konstruktionsrichtlinien (DfX) für eine:
  - nachhaltige Produktion und Supply Chain Management (z. B. Green Manufacturing)
  - ressourceneffiziente Nutzung und Instandhaltung (z. B. Adaptabilität)
  - Materialzirkularität (z. B. C2C)

## 4 Technische Wahlpflichtmodule

### *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.
- Lösungsverfahren: Die mathematischen Grundlagen von Jacobi- und Gauß-Seidel-Algorithmus (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 Nachhaltige Produktion:*

- Grundlagen zu Nachhaltigkeit (17 SDGs der UN, Herausforderungen etc.)
- Verantwortung und Lastenverteilung
- Vorurteile und Fakten
- Nachhaltigkeit im industriellen Kontext
- Ressourcen und deren Nutzung (inkl. Energie)
- Ökosysteme und Umweltwirkungen
- Erstellung von Ressourcen- und Ökobilanzen
- Analyse und Verbesserung der Nachhaltigkeit in Betrieben
- Methode Life Cycle Assessment
- Software zur Erstellung von Ökobilanzen
- (Product) Carbon Footprint
- Übung Life Cycle Assessment

### *Contents of the course Fahrzeugtechnische Fügeverfahren:*

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

#### 4 Technische Wahlpflichtmodule

##### *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 Nachhaltigkeitsgerechte Produktentwicklung / Design for Sustainability:*

- Concept of sustainability
- Product development as adjusting screw for sustainability goals
- Dimensions, key strategies and life cycle concepts of sustainability
- Sustainability in standards and guidelines: Overview of regulations for product development with regard to sustainability (e.g. VDI 2243 and DIN EN ISO 14044)
- Sustainability information in the system model and in PLM
- Sensitivity analyses to assess dependency on uncertain input data and ensure high data quality
- Parameterizable algorithms and IT tools (including GaBi) for calculating sustainability indicators, using the example of
  - Lifecycle assessment for lowemission design
  - Calculation of resource consumption of design alternatives
- Refuse and Rethink as sustainability strategies in product planning
- Requirements development based on the 9R concept for resolving conflicting goals
- Influence of sustainability on process and structure organization
- Design guidelines (DfX) for:
  - sustainable production and supply chain management (e.g. green manufacturing)
  - resource efficient use and maintenance (e.g. adaptability)
  - material circularity (e.g., C2C).

## 4 Technische Wahlpflichtmodule

### *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.

### *Contents of the course Nachhaltige Produktion:*

- Basics of sustainability (17 UN SDGs, challenges, etc.)
- Responsibility and burden sharing
- Prejudices and facts
- Sustainability in an industrial context
- Resources and their use (incl. energy)
- Ecosystems and environmental impacts
- Preparation of resource and life cycle assessments
- Analysis and improvement of sustainability in companies
- Life Cycle Assessment (LCA) method
- Software for creating LCAs
- (Product) carbon footprint
- Exercise LCA

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

Die Studierenden bekommen Einblicke in ausgewählte, aktuelle Themen aus der Industrie. Dabei lernen sie, sich im industriellen Umfeld zu orientieren und sich in die Strukturen eines Unternehmens einzugliedern. Sie erfahren, welche Themen aktuell und zukünftig in Forschung und Industrie Relevanz haben und lernen Prozesse und Verfahren kennen, welche angewendet werden, um Herausforderungen mit technischem Sachverstand praxisnah zu lösen.

Lernergebnisse der Veranstaltung "Qualitätssicherung in der Kunststofftechnik":

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.

#### 4 Technische Wahlpflichtmodule

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

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

Lernergebnisse der Veranstaltung "Big Data: wissenschaftliche, gesellschaftliche und politische Auswirkungen":

Die Studierenden kennen Theorien, Methoden, klassische Studien und Befunde der interdisziplinären Science, Technology, and Society Studies (STS) sowie der Technik- und Innovationsforschung. Sie können aktuelle Technologieentwicklungen damit theoretisieren, Zusammenhänge zwischen technischen, gesellschaftlichen und wissenschaftlichen Entwicklungen analysieren und Implikationen für die ingenieurwissenschaftliche Arbeit ableiten.

Lernergebnisse der Veranstaltung "Fahrzeugtechnische Fügeverfahren":

Die Studierenden sind in der Lage, die Möglichkeiten und Grenzen fahrzeugtechnisch-anwendungsspezifischer Fügeverfahren zu bestimmen, gegenüber zu stellen, auszuwählen und zu charakterisieren. Damit ist es ihnen dann auch möglich, geeignete Verfahren zur Herstellung von Baugruppen und Endprodukten mit definierten Eigenschaften vorzuschlagen. Dabei sind die Studierenden durch die vermittelten theoretischen wie praktischen Wissensinhalte in der Lage, eine gezielte Auslegung von Prozessen sowie von fuge-technischen Lösungen durchzuführen.

Lernergebnisse der Veranstaltung "Bruchmechanik":

Die Studierenden 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.

Lernergebnisse der Veranstaltung "Blue Engineering - Nachhaltigkeit im Ingenieurwesen":

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

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

b) Kompetenzen:

#### 4 Technische Wahlpflichtmodule

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

Lernergebnisse der Veranstaltung "Industriennahe Forschungsthemen":

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

Lernergebnisse der Veranstaltung "Chemie der Kunststoffe":

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

Lernergebnisse der Veranstaltung "Versuchsplanung und Auswertung mittels Statistik in der Kunststoffverarbeitung":

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

Lernergebnisse der Veranstaltung "chemPLANT":

Die Studierenden sind in der Lage, die in den Lehrveranstaltungen erworbenen Kenntnisse anzuwenden, um eine praxisnahe Aufgabenstellung aus der Anlagenkonzeptionierung bzw. Prozessplanung im Team zu bearbeiten. Sie vertiefen ihre Kenntnisse auf dem Gebiet der Verfahrenstechnik und können darauf basierend innovative Lösungsansätze entwerfen. Darüber hinaus können sich die Studierenden selbstständig organisieren, Konflikte während des Arbeitsprozesses lösen und ihre Ergebnisse einem Fachpublikum vorstellen.

Lernergebnisse der Veranstaltung "Praxisprojekt: Prozesskette der additiven Fertigung":

#### 4 Technische Wahlpflichtmodule

Die Veranstaltung vermittelt die einzelnen Schritte der Prozesskette zur Entwicklung von additiv zu fertigender Bauteile mit Hilfe eines praxisnahen Beispiels. Die Studierenden sind in der Lage Bauteile für die additive Fertigung auszulegen, unter zu Hilfenahme von unter anderem Konstruktionsrichtlinien, Simulationssoftware und Kostenbetrachtungen. Anschließend können sie die entwickelten Bauteile eigenständig additiv fertigen, von der Baujobvorbereitung bis hin zur Verifizierung des erzeugten Bauteils.

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 "Nachhaltigkeitsgerechte Produktentwicklung / Design for Sustainability":

Die Studierenden erhalten einen Einblick in das Vorgehen zur Entwicklung nachhaltiger Systeme. Die Teilnehmer:innen definieren Nachhaltigkeit anhand passender Beispiele, wenden Methoden zur Nachhaltigkeitsbewertung und die Grundregeln der Berücksichtigung von Nachhaltigkeitsentscheidungen in der Entwicklung an. Die Teilnehmer:innen erkennen technische und organisatorische Erfordernisse zur Entwicklung nachhaltiger Produkte, wählen passenden Organisationsformen aus und wenden diese auf Beispielprojekte an. Nach Abschluss der Veranstaltung Technologien und Geschäftsmodelle automobiler Mobilität beschreiben die Studierenden grundlegende Entwicklungskonzepte in der Automobilbranche und erläutern diese. Die Studierenden erkennen nach Besuch der Übungen die Zusammenhänge der einzelnen Methoden der Produktentwicklung und wenden diese auf Problemfelder in der industriellen Praxis an.

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 "Nachhaltige Produktion":

Die Studierenden lernen in dieser Lehrveranstaltung zunächst die Grundlagen zu Nachhaltigkeit, speziell für den industriellen Kontext, kennen. Am Ende werden sie Größenordnungen, Möglichkeiten der Umsetzung und diesbezügliche Informationen besser einordnen können. Der abschließende Übungsblock führt sie nah an ein konkretes Produkt und lässt sie dieses mit der Methode Life Cycle Assessment teilanalysieren. Hierzu werden sie den Umgang mit einer passenden Software erlernen.

Learning outcomes "Nachhaltigkeitsgerechte Produktentwicklung / Design for Sustainability":

#### 4 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 “Foundations of Sustainable Manufacturing”:

In this course, students first learn the basics of sustainability, especially in an industrial context. By the end of the course, they will be able to better classify scales, implementation options and related information. The final exercise block takes them close to a specific product and allows them to partially analyze it using the Life Cycle Assessment method. They will learn how to use a suitable software solution for this purpose.

#### 4 Technische Wahlpflichtmodule

|   |  |  |  |
|---|--|--|--|
| <b>6</b>  | <b>Prüfungsleistung:</b>   |  |  |
|   | <input type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP)                       | <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP)                     | <input checked="" type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP) |
| <b>zu</b>   | <b>Prüfungsform</b>  | <b>Dauer bzw. Umfang</b>                                       | <b>Gewichtung für die Modulnote</b>                          |
| a)  | Klausur oder mündliche Prüfung   | 90-120 Minuten oder 30-45 Minuten                              | 50%  |
| b)  | Klausur oder mündliche Prüfung   | 90-120 Minuten oder 30-45 Minuten                              | 50%  |
| c)  | Hausarbeit   |  | 50%  |
| d)  | schriftliche Hausarbeit (Einzelarbeit) sowie Projektarbeit (Gruppenarbeit) | 15-30 Seiten sowie Dokumentation und Präsentation (30 Minuten) | 25%, 25%   |
| e)  | Klausur oder mündliche Prüfung   | 90-120 Minuten oder 30-45 Minuten                              | 50%  |
| f)  | Klausur oder mündliche Prüfung   | 90-120 Minuten oder 30-45 Minuten                              | 50%  |
| g)  | mündliche Prüfung  | 30 - 45 Minuten  | 50%  |
| h)  | Klausur oder mündliche Prüfung   | 90-120 Minuten oder 30-45 Minuten                              | 50%  |
| i)  | Mündliche Prüfung  | 30-45 Minuten  | 50%  |
| j)  | Referat  | 30 - 45 Minuten  | 50%  |
| k)  | Referat  | 30 Min. Vortrag / 20 Seiten Hausarbeit                         | 50%  |
| )   | Klausur oder mündliche Prüfung   | 90-120 Min. oder 30-45 Min.                                    | 50%  |
| )   | Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat                                | 90-120 Minuten oder 30-45 Minuten oder 30 Minuten              | 50%  |
| )   | Klausur oder mündliche Prüfung   | 90-120 Min. oder 30-45 Min.                                    | 50%  |
| )   | Klausur oder mündliche Prüfung   | 90-120 Minuten oder 30-45 Minuten                              | 50%  |
| <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> |  |  |  |

#### 4 Technische Wahlpflichtmodule

|    |   |                           |                          |                |
|----|---|---------------------------|--------------------------|----------------|
| 7  | <b>Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:</b>   |                           |                          |                |
|    | zu  | <b>Form</b>               | <b>Dauer bzw. Umfang</b> | <b>SL / QT</b> |
|    | a)  |                           |                          |                |
|    | b)  |                           |                          |                |
|    | c)  | schriftliche Ausarbeitung | 15 Seiten                | QT             |
|    | d)  |                           |                          |                |
|    | e)  |                           |                          |                |
|    | f)  |                           |                          |                |
|    | g)  |                           |                          |                |
|    | h)  |                           |                          |                |
|    | i)  |                           |                          |                |
|    | j)  | Bericht                   | 5-10 DIN A4<br>Seiten    | SL             |
|    | 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>Masterstudiengang Maschinenbau  |                           |                          |                |
| 12 | <b>Modulbeauftragte/r:</b><br>Prof. Dr. Hans-Joachim Schmid   |                           |                          |                |
| 13 | <b>Sonstige Hinweise:</b><br><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> |                           |                          |                |

#### 4 Technische Wahlpflichtmodule

*Hinweise der Lehrveranstaltung Nachhaltige Produktion:*

Dr.-Ing. Diana Khripko von der Cambridge University (UK) soll Co-Dozentin werden. Hierzu wird ca. ein Drittel der gesamten Lehrzeit als Block abgehalten, voraussichtlich Mitte August. Es wird zu Beginn der LV Veranstaltung dieser Zeitraum festgelegt und ob Teile der LV auf Englisch abgehalten werden können (nur ein Angebot - Frau Dr. Khripko spricht auch fließend deutsch).

*Remarks of course Nachhaltige Produktion:*

Dr. Diana Khripko from Cambridge University (UK) is to become a co-lecturer. Approximately one third of the entire course will be held as a block, probably in mid-August. This period will be determined at the beginning of the course and whether parts of the course can be held in English (only an offer - Dr. Khripko also speaks fluent German).

## 4.9 Freies Technisches Wahlpflichtmodul

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

| Freies Technisches Wahlpflichtmodul |  |                 |                        |                          |                         |                          |  |
|-------------------------------------|--|-----------------|------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|--|
| <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.104.7795                          | 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> |  |
| 2                                   | <b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b><br>Zwei Veranstaltungen aus dem Pool der technischen Veranstaltungen.                                   |                 |                        |                          |                         |                          |  |
| 3                                   | <b>Teilnahmevoraussetzungen:</b><br>Keine  |                 |                        |                          |                         |                          |  |
| 4                                   | <b>Inhalte:</b><br>Siehe Lehrveranstaltungen innerhalb dieses Modulhandbuches.   |                 |                        |                          |                         |                          |  |
| 5                                   | <b>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:</b><br>Siehe Module innerhalb dieses Modulhandbuches, in denen die Lehrveranstaltungen vorkommen. |                 |                        |                          |                         |                          |  |

#### 4 Technische Wahlpflichtmodule

|    |   |
|----|---|
| 6  | <b>Prüfungsleistung:</b><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  | <b>Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:</b><br>keine / none   |
| 8  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:</b><br>Siehe Module innerhalb dieses Modulhandbuches, in denen die Lehrveranstaltungen vorkommen.  |
| 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>   |

## 5 Nicht technisches Modul

| Nicht technisches Modul |  |              |                 |                          |                  |                   |
|-------------------------|--|--------------|-----------------|--------------------------|------------------|-------------------|
| Modulnummer:            | Workload (h):  | LP:          | Studiensem.:    | Turnus:                  | Dauer (in Sem.): | Sprache:          |
| M.104.7800              | 180  | 6            | 1.- 4. Semester | Sommer- / Wintersemester | 1                |                   |
| 1                       | <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               |                   |
| 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               | 40-100            |
| d)                      | L.104.32281<br>Allgemeines Recht und Vertragsrecht für Ingenieure  | V1<br>Ü1, WS | 30              | 60                       | WP               | 80-100            |
| e)                      | L.104.41221<br>Kostenrechnung in der Verfahrens- und Kunststofftechnik   | V1Ü1, SS     | 30              | 60                       | WP               | 40-60             |
| f)                      | L.104.14490<br>Interkulturelle Kommunikations- und Wirtschaftskompetenz  | Ü2, WS       | 30              | 60                       | WP               | 20                |

## 5 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> |

## 5 Nicht technisches Modul

### *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 in der Verfahrens- und Kunststofftechnik:*

- 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

## 5 Nicht technisches Modul

*Contents of the course Interkulturelle Kommunikations- und Wirtschaftskompetenz:*

- Clarification of the terms “Herkunft”, “Zugehörigkeit” (“Normalität vs. Othering”) and “Identität”.
- Intercultural competence and related sub-competences
- Expanding self-knowledge and culture-specific knowledge about selected countries
- Living, learning with a focus on studying and working in selected countries
- Labour law and tax law in selected countries

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

Lernergebnisse der Sprachveranstaltungen:

- Fremdsprachenkompetenz

Lernergebnisse der Veranstaltung “Allgemeines Recht und Vertragsrecht für Ingenieure”:

- Auseinandersetzung mit rechtlichen Herausforderungen aus dem Alltag eines Ingenieurs

Lernergebnisse der Veranstaltung “Patenstrategie und Patentrecht”:

- Durchführung von datenbankbasierten Patentrecherchen

Lernergebnisse der Veranstaltung “Kostenrechnung in der Verfahrens- und Kunststofftechnik”:  
Das Ziel ist, den Studierenden ein Bewusstsein über die wirtschaftlichen Grundlagen zu vermitteln, damit die Studierenden wirtschaftliche Aspekte der Produktion erfassen und berechnen können.

Lernergebnisse der Veranstaltung “Internationale Kommunikations- und Wirtschaftskompetenz”:

Die Studierenden sind in der Lage,

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

## 5 Nicht technisches Modul

|    |  |   |                                     |
|----|--|---|-------------------------------------|
| 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>  | <b>Gewichtung für die Modulnote</b> |
| 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 und Hausarbeit   | 15 Min. und 15 S.   | 50%                                 |
| 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   |   |                                     |
| 12 | <b>Modulbeauftragte/r:</b><br>Prof. Dr. Hans-Joachim Schmid  |   |                                     |

13

**Sonstige Hinweise:**

*Hinweise der Lehrveranstaltung 1 Veranstaltung aus dem Angebot des Zentrums für Sprachlehre der Universität Paderborn im Umfang von 3 LP.:*

- In den Sprachen Englisch, Französisch, Spanisch, Polnisch und Russisch ist die Teilnahme an den Einstufungstests/Einstufungsgesprächen Voraussetzung für die Teilnahme am Kurs. Über die Zulassung entscheidet das ZfS.
- Es wird empfohlen, eine Sprache auszuwählen, die Relevanz für das spätere Berufsfeld besitzt (z.B. technisches Englisch).
- Englisch, Französisch, Spanisch: Falls Sie zum ersten Mal einen Sprachkurs am ZfS besuchen, melden Sie sich bitte in der 1. Anmeldephase zum Einstufungstest und erst in der 2. Anmeldephase für den konkreten Sprachkurs, der Ihrem Niveau entspricht.
- Polnisch, Russisch: Interessenten melden sich zunächst zu den Einstufungsgesprächen an. Nach Auswertung der Einstufung werden die Kursniveaus festgelegt und die Teilnehmer manuell in PAUL für die ihrem Kenntnisstand entsprechende Veranstaltung angemeldet.
- In den o.g. Sprachen erfolgt ohne Teilnahme an der Einstufung keine Zulassung zum Sprachkurs. Weitere Informationen finden Sie auf der Seite des Zentrums für Sprachlehre (ZfS): <http://www.uni-paderborn.de/zfs/>
- Es besteht kein Anrecht auf einen Teilnehmerplatz in einem bestimmten Kurs.

*Hinweise der Lehrveranstaltung Allgemeines Recht und Vertragsrecht für Ingenieure:*

Literatur: Schmeken, S.: Manuskript zur Vorlesung

*Hinweise der Lehrveranstaltung Interkulturelle Kommunikations- und Wirtschaftskompetenz:*

Literatur: Bolten, J.: Einführung in die Interkulturelle Wirtschaftskommunikation

*Remarks of course Interkulturelle Kommunikations- und Wirtschaftskompetenz:*

Literature: Bolten, J.: Einführung in die Interkulturelle Wirtschaftskommunikation

## 6 Industriepraktikum

| Industriepraktikum            |   |          |                 |                          |                  |                   |  |
|-------------------------------|---|----------|-----------------|--------------------------|------------------|-------------------|--|
| Industrial practical training |   |          |                 |                          |                  |                   |  |
| Modulnummer:                  | Workload (h):   | LP:      | Studiensem.:    | Turnus:                  | Dauer (in Sem.): | Sprache:          |  |
| M.104.0070                    | 300   | 10       | 1.- 4. Semester | Sommer- / Wintersemester | 1                | de                |  |
| 1                             | <b>Modulstruktur:</b>   |          |                 |                          |                  |                   |  |
|                               | Lehrveranstaltung   | Lehrform | Kontaktzeit (h) | Selbststudium (h)        | Status (P/WP)    | Gruppengröße (TN) |  |
|                               | 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>  |          |                 |                          |                  |                   |  |
|                               | <p>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.</p> |          |                 |                          |                  |                   |  |
| 6                             | <b>Prüfungsleistung:</b>  |          |                 |                          |                  |                   |  |
|                               |   |          |                 |                          |                  |                   |  |

## 6 Industriepraktikum

|    |  |                          |                |
|----|--|--------------------------|----------------|
| 7  | <b>Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:</b>  |                          |                |
| zu | <b>Form</b>  | <b>Dauer bzw. Umfang</b> | <b>SL / QT</b> |
| a) | Praktikumsbericht  | siehe Praktikumsordnung  | QT             |
| 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. |                          |                |

## 7 Studienarbeit

| Studienarbeit       |   |                 |                        |                          |                         |                          |  |
|---------------------|---|-----------------|------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|--|
| <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.104.8010          | 450   | 15              | 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) Studienarbeit  |                 | 50                     | 400                      | P                       | 1                        |  |
| 2                   | <b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b><br>keine   |                 |                        |                          |                         |                          |  |
| 3                   | <b>Teilnahmevoraussetzungen:</b><br>keine   |                 |                        |                          |                         |                          |  |
| 4                   | <b>Inhalte:</b><br>Die Inhalte und die Aufgabenstellung der Studienarbeit werden von dem oder der Prüfenden festgelegt und dem Studierenden schriftlich ausgehändigt.   |                 |                        |                          |                         |                          |  |
| 5                   | <b>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:</b><br>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: <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> |                 |                        |                          |                         |                          |  |

## 7 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>  |   |                                     |

## 8 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.104.7010          | 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. Der Studierende ist in der Lage, innerhalb einer fest vorgegebenen Frist ein begrenztes, aber komplexes wissenschaftliches Problem selbständig nach wissenschaftlichen Methoden und Regeln zu durchdringen, geeignete Lösungsverfahren und –methoden auszuwählen, sowie diese sachgerecht anzuwenden. Er ist in der Lage, die erarbeiteten Lösungen zu interpretieren und zu bewerten. Der Studierende ist auch der Lage, fehlendes Detailwissen unter sachgerechter Nutzung wissenschaftlicher Literatur sich selbständig zu erarbeiten. Er ist ferner in der Lage, die erzielten Ergebnisse adäquat in schriftlicher Form zu dokumentieren und wissenschaftlich korrekt zu präsentieren und zu erläutern. Spezifische Schlüsselkompetenzen: |                 |                        |                          |                         |                          |  |

## 8 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 border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">zu</th> <th style="width: 50%;">Prüfungsform</th> <th style="width: 20%;">Dauer bzw. Umfang</th> <th style="width: 20%;">Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">a)</td> <td>Schriftliche Masterarbeit</td> <td>max. 150 Seiten</td> <td>22/25</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">b)</td> <td>Mündliche Verteidigung</td> <td>30-45 Minuten</td> <td>3/25</td> </tr> </tbody> </table> | zu                | Prüfungsform                 | Dauer bzw. Umfang | Gewichtung für die Modulnote | a) | Schriftliche 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 alle 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 | <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>  |                   |                              |                   |                              |    |                           |                 |       |    |                        |               |      |

## 9 Maschinenbau in China (mb-cn)

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

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

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

Die Masterarbeit sollte mindestens teilweise in China angefertigt werden.

| Chinesisch   |   |                 |                 |                   |                  |                   |  |
|--------------|---|-----------------|-----------------|-------------------|------------------|-------------------|--|
| Chinesische  |   |                 |                 |                   |                  |                   |  |
| Modulnummer: | Workload (h):   | LP:             | Studiensem.:    | Turnus:           | Dauer (in Sem.): | Sprache:          |  |
| M.104.7770   | 240   | 8               | 1. Semester     | Wintersemester    | 1                |                   |  |
| 1            | <b>Modulstruktur:</b>   |                 |                 |                   |                  |                   |  |
|              | Lehrveranstaltung   | Lehrform        | Kontaktzeit (h) | Selbststudium (h) | Status (P/WP)    | Gruppengröße (TN) |  |
| 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 |                 |                 |                   |                  |                   |  |

## 9 Maschinenbau in China (mb-cn)

|            | <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" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">zu</th> <th style="width: 50%;">Prüfungsform</th> <th style="width: 20%;">Dauer bzw. Umfang</th> <th style="width: 20%;">Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a) -<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 Chemieingenieurwesen</p>  |                   |                              |    |              |                   |                              |            |         |             |      |
| 12         | <p><b>Modulbeauftragte/r:</b></p> <p>Bowen Deng, 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>   |                   |                              |    |              |                   |                              |            |         |             |      |

## 9 Maschinenbau 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  |  |                 |                 |                   |                  |                   |
| Modulnummer:              | Workload (h):  | LP:             | Studiensem.:    | Turnus:           | Dauer (in Sem.): | Sprache:          |
| M.104.7774                | 180  | 6               | 1. Semester     | Wintersemester    | 1                | de                |
| 1                         | <b>Modulstruktur:</b>  |                 |                 |                   |                  |                   |
|                           | Lehrveranstaltung  | Lehrform        | Kontaktzeit (h) | Selbststudium (h) | Status (P/WP)    | Gruppengröße (TN) |
| 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><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<br>Verschiedenes |                 |                 |                   |                  |                   |

## 9 Maschinenbau in China (mb-cn)

|            | <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Kultur in China:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Lehr- und Lernkultur in China</li> <li>2. Formen der Höflichkeit und Interkulturelles</li> <li>3. Reiseland China - Touristische Höhepunkte</li> <li>4. Does und Don'ts</li> <li>5. Konfuzius und seine Lehrgedanken</li> <li>6. Bildungssystem in China</li> <li>7. Industrie und Technik in China</li> <li>8. Chinesen denken anderes</li> <li>9. Guanxi - soziale Netzwerke</li> <li>10. Alltag und Freizeit in China</li> <li>11. Die Geheimnisse der chinesischen Schriftzeichen</li> <li>12. Die chinesische Küche</li> </ol> |                   |                              |    |              |                   |                              |            |         |            |      |    |         |            |    |
|------------|--|-------------------|------------------------------|----|--------------|-------------------|------------------------------|------------|---------|------------|------|----|---------|------------|----|
| 5          | <p><b>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:</b></p> <p>Die Studierenden sind in der Lage, typische chinesische Verhaltensweisen, politische und gesellschaftliche Strukturen, die chinesische Geographie und die Klimaverhältnisse in China zu beschreiben.</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" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">zu</th> <th style="width: 50%;">Prüfungsform</th> <th style="width: 20%;">Dauer bzw. Umfang</th> <th style="width: 20%;">Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a) -<br/>b)</td> <td>Klausur</td> <td>90 Minuten</td> <td>100%</td> </tr> </tbody> </table>                               |                   |                              | zu | Prüfungsform | Dauer bzw. Umfang | Gewichtung für die Modulnote | a) -<br>b) | Klausur | 90 Minuten | 100% |    |         |            |    |
| zu         | Prüfungsform   | Dauer bzw. Umfang | Gewichtung für die Modulnote |    |              |                   |                              |            |         |            |      |    |         |            |    |
| a) -<br>b) | Klausur  | 90 Minuten        | 100%                         |    |              |                   |                              |            |         |            |      |    |         |            |    |
| 7          | <p><b>Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">zu</th> <th style="width: 50%;">Form</th> <th style="width: 20%;">Dauer bzw. Umfang</th> <th style="width: 20%;">SL / QT</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a)</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>b)</td> <td>Referat</td> <td>20 Minuten</td> <td>SL</td> </tr> </tbody> </table>   |                   |                              | zu | Form         | Dauer bzw. Umfang | SL / QT                      | a)         |         |            |      | b) | Referat | 20 Minuten | SL |
| zu         | Form   | Dauer bzw. Umfang | SL / QT                      |    |              |                   |                              |            |         |            |      |    |         |            |    |
| a)         |  |                   |                              |    |              |                   |                              |            |         |            |      |    |         |            |    |
| b)         | Referat  | 20 Minuten        | SL                           |    |              |                   |                              |            |         |            |      |    |         |            |    |
| 8          | <p><b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:</b></p> <p>Voraussetzung für die Teilnahme an der Modulabschlussprüfung ist das 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>Masterstudiengang Chemieingenieurwesen</p>  |                   |                              |    |              |                   |                              |            |         |            |      |    |         |            |    |

9 Maschinenbau in China (mb-cn)

|    |  |
|----|--|
| 12 | <b>Modulbeauftragte/r:</b><br>Bowen Deng, 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. |

9 Maschinenbau in China (mb-cn)

| Fachkommunikation in China       |  |   |                 |                          |                  |                   |  |
|----------------------------------|--|---|-----------------|--------------------------|------------------|-------------------|--|
| Technical communication in China |  |   |                 |                          |                  |                   |  |
| Modulnummer:                     | Workload (h):  | LP:   | Studiensem.:    | Turnus:                  | Dauer (in Sem.): | Sprache:          |  |
| M.104.7772                       | 240  | 8   | 2.-3. Semester  | Sommer- / Wintersemester | 2                | de                |  |
| 1                                | <b>Modulstruktur:</b>  |   |                 |                          |                  |                   |  |
|                                  | Lehrveranstaltung  | Lehrform                                    | Kontaktzeit (h) | Selbststudium (h)        | Status (P/WP)    | Gruppengröße (TN) |  |
| a)                               | L.104.14287<br>Fachspezifisches Chinesisch   | V2<br>Ü1,<br>WS<br>sowie<br>V1<br>Ü1,<br>SS | 75              | 45                       | P                | 20                |  |
| b)                               | L.104.14875<br>Tutorium an der CDTF  | T3,<br>SS                                   | 45              | 75                       | P                | 20                |  |
| 2                                | <b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b><br>keine  |   |                 |                          |                  |                   |  |
| 3                                | <b>Teilnahmevoraussetzungen:</b><br><i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Fachspezifisches Chinesisch:</i><br>Empfohlen: Chinesisch 1, Chinesisch 2<br><br><i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Tutorium an der CDTF:</i><br>Empfohlen: Technische Darstellung, Maschinenelemente - Grundlagen / Verbindungen / Antriebskomponenten   |   |                 |                          |                  |                   |  |
| 4                                | <b>Inhalte:</b><br><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:<br><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> |   |                 |                          |                  |                   |  |

## 9 Maschinenbau in China (mb-cn)

|    | <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" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">zu</th> <th style="width: 50%;">Prüfungsform</th> <th style="width: 20%;">Dauer bzw. Umfang</th> <th style="width: 20%;">Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a)</td> <td>Klausur</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 %                         |                   |                              |    |         |            |      |    |                   |               |      |

9 Maschinenbau in China (mb-cn)

|    |  |             |                          |                |
|----|--|-------------|--------------------------|----------------|
| 7  | <b>Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:</b>  |             |                          |                |
|    | zu   | <b>Form</b> | <b>Dauer bzw. Umfang</b> | <b>SL / QT</b> |
|    | a)   |             |                          |                |
|    | b)   | Klausur     | 60 - 90 Minuten          | SL             |
| 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 Chemieingenieurwesen, Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Studienrichtung Maschinenbau   |             |                          |                |
| 12 | <b>Modulbeauftragte/r:</b><br>Bowen Deng, 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. |             |                          |                |

# 10 Englischsprachiges Lehrangebot:

## 10.1 Englischsprachige Module

|  |     |
|--|-----|
| • M.104.7234 Mechanics of materials                                    | 59  |
| • M.104.7236 Production technologies for lightweight design            | 62  |
| • M.104.7238 Polymeric and metallic materials for vehicle construction | 188 |
| • M.104.7242 Automotive technology and vehicle dynamics                | 72  |
| • M.104.7332 Applied fluid dynamics                                    | 102 |
| • M.104.7306 Calculation methods and their applications                | 115 |
| • M.104.7311 Fatigue strength  | 138 |
| • M.104.7322 Particle technology                                       | 180 |
| • M.104.7329 Chemical engineering processes                            | 191 |
| • M.104.7327 Dependability of systems                                  | 204 |
| • M.104.7330 Material development                                      | 211 |
| • M.104.7710 Science, Technology and Society                           | 232 |

## 10.2 Englischsprachige Lehrveranstaltungen

|   |     |
|---|-----|
| • L.104.22260 Simulation of materials (Modul: M.104.7234 Mechanics of materials)  | 59  |
| • L.104.21241 oder L.104.21242 Klebtechnische Fertigungsverfahren oder Adhesive Bonding Technologies (Modul: M.104.7236 Production technologies for lightweight design) | 62  |
| • L.104.25275 oder L.104.25276 Grundlagen der Automobiltechnik oder Basics of Automotive Engineering (Modul: M.104.7242 Automotive technology and vehicle dynamics)     | 72  |
| • L.104.31240 CFD-Methods in Process Engineering (Modul: M.104.7332 Applied fluid dynamics)   | 102 |
| • L.104.12285 Opportunity Sensing and Risk Management (Modul: M.104.7309 Technical lighting systems)  | 134 |
| • L.104.13220 Fatigue Cracks (Modul: M.104.7311 Fatigue strength)   | 138 |
| • L.104.21241 oder L.104.21242 Klebtechnische Fertigungsverfahren oder Adhesive Bonding Technologies (Modul: M.104.7331 Manufacturing processes in lightweight design)  | 154 |
| • L.128.17070 Physics and technology of nanomaterials (Modul: M.128.85104 )   | 173 |
| • L.128.17510 Mikroskopie und Spektroskopie mit Elektronen (Modul: M.128.85104 )  | 173 |
| • L.104.32231 Particle Synthesis (Modul: M.104.7322 Particle technology)  | 180 |
| • L.104.32531 Particle Synthesis Practical Course (Modul: M.104.7322 Particle technology)   | 180 |
| • L.104.32255 Process modelling and simulation (Modul: M.104.7329 Chemical engineering processes)   | 191 |
| • L.104.12283 Condition Monitoring of Technical Systems (Modul: M.104.7327 Dependability of systems)  | 204 |

*10 Englischsprachiges Lehrangebot:*

- L.104.23270 Modern Steels and Steelmaking (Modul: M.104.7330 Material development) .. 211

Erzeugt am 24. Januar 2024 um 07:34.